UEBER

SPIRALFRACTUREN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

OTTO KROELL,

PRACT. ARZT AUS STRASSBURG.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1888.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. v. Recklinghausen.**

SONDER-ABDRUCK
aus der
Deutschen Zeitschrift für Chirurgie. XXVIII. Band.

MEINEM VATER

ALS ZEICHEN KINDLICHER DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Die Knochenbrüche pflegen in den Lehrbüchern der Chirurgie mit Rücksicht auf den Verlauf der Bruchlinien in 3 Hauptunterabtheilungen eingetheilt zu werden, nämlich in Quer-, Längs- und Schrägbrüche.

Man hat zwar von je her das Unvollkommene dieser Eintheilung erkannt, und die alten Meister in der Chirurgie pflegten deshalb schon von den Längsbrüchen zu sagen, dass dieselben eigentlich streng genommen keine wirklichen Längsbrüche seien, sondern einen mehr oder weniger schrägen Verlauf hätten. Auch fehlt es nicht an Chirurgen, welche die Behauptung aufstellen, dass wirkliche quere Brüche ausserordentlich selten seien, dass dieselben vielmehr in der Regel etwas schräg verliefen oder aber eine gezähnte Bruchfläche darböten, welche man ja aus lauter schrägen, winkelig zu einander gestellten Bruchstücken zusammengesetzt sich denken könne.

Malgaigne war wohl der erste, welcher die oben genannte ursprüngliche Eintheilung für unzureichend hielt. Er glaubte den Ausdruck „quer" „schräg" und „längs" genauer definiren zu müssen. Zuerst meinte er, gäbe es sehr wenig Querbrüche, denen nicht zugleich eine gewisse Schrägheit zukomme, und er gab den Brüchen mit gezähnter Oberfläche die Bezeichnung „Fract. denfelée". Schrägbrüche nennt Malgaigne diejenigen Fracturen, deren Bruchlinien gegen den Schaft des Knochens um etwa 45° geneigt sind; hat die Bruchfläche einen noch steileren Verlauf, so bezeichnet er die Fractur als eine solche „en bec de flûte", ein Ausdruck, welcher sich auch schon in französischen Werken des 18. Jahrhunderts für sehr steil verlaufende Schrägbrüche gebraucht findet. So sagt z. B. J. Petit in seinem Traité des maladies des os. 1741. T. II. p. 4: „D'autrefois un des bouts de l'os cassé est seulement éclaté et forme une espèce

de bec qui ressemble à celui d'une flûte ou plutôt à un ongle" etc. Ueber die eigentlichen Längsbrüche besteht seit Sabatier bis in die neueste Zeit hinein ein Streit unter den Autoren, indem die Einen sagen, dass es überhaupt keine eigentlichen Längsbrüche gebe, während die Anderen dies annehmen. So behauptet Bouisson gestützt auf klinische und experimentelle Untersuchungen das Vorkommen von Längsbrüchen, während Sanson dies leugnet, indem er sagt, dass alle Fracturen mehr oder weniger schräg verlaufen. Letzterer Ansicht ist auch J. L. Petit in seinem schon genannten Traité des maladies des os. Im Jahre 1852 fügte Gerdy den erwähnten 3 Brucharten noch eine weitere hinzu, welche er als Spiralbruch (Fract. spiroide) bezeichnete. Er hat dieselbe kurz beschrieben in den Jahren 1853—1854, verschiedene Beispiele derselben in der Pariser Gesellschaft der Chirurgen vorgezeigt und namentlich auf ein schönes Exemplar seiner eigenen Sammlung aufmerksam gemacht, welches einen Oberschenkelknochen betrifft. Gerdy drückt sich folgendermaassen über diese Fracturform aus:

„Ces brisures spirales sont si évidentes, qu'il suffit d'être prévenu de leur existence pour les reconnaître, lorsqu'elles ne sont pas consolidées. Ordinairement les fractures spirales décrivent plus ou moins une courbe oblique, qui parcourt par un bord la circonférence de l'os, tandisque le bord opposé suit une ligne droite, verticale ou oblique. Ces fractures spirales ont, comme on le voit, une direction très-composée et méritent d'être notées."

Der Mechanismus der Entstehung dieser Bruchform aber blieb Gerdy unbekannt, und auch die Debatten, welche sich in den Jahren 1853—1855 in der Pariser Société de chirurgie und Société anatomique über diese Frage entspannen, führten nur zu einer Vermuthung über dieselbe. Man glaubte nämlich, eine Torsionsgewalt als Ursache des Spiralbruches annehmen zu müssen, wenn gleich Trélat in einer der Sitzungen der anatomischen Gesellschaft die Behauptung aufstellte, dass eigentlich nur gewaltsame Muskelcontractionen, welche einer Torsionsbewegung am wenigsten günstig seien, spiralige Brüche hervorriefen. (Bulletin de la Société anatomique. Paris 1855. p. 456.)

Die weitere Ausbildung der Lehre von den spiralförmigen Brüchen verdanken wir fast ausschliesslich dem Fleiss französischer Chirurgen, welche das Material zusammentrugen und wissenschaftlich bearbeiteten. Namentlich haben sich nach Gerdy Marcé 1854, Gosselin 1855 u. ff., Larrey 1855, Bourcy 1855, Bauchet 1858, Berchon 1865, Piédallu 1874, Léger 1875, Raullet 1880 und

Féré 1881 wissenschaftliche Verdienste um dieselbe erworben. Aber sämmtlichen französischen Autoren blieb das klare Verständniss über die Entstehung verschlossen, so genau sie auch die anatomischen Charaktere, die Symptome und den Verlauf, die Prognose und Behandlung der genannten Bruchform zu entwickeln im Stande waren.

Erst deutschen Aerzten war es vorbehalten, über den Entstehungsmechanismus Licht zu verbreiten. Sie wiesen zuerst nach, dass man experimentell nach Belieben an jedem langen Knochen spiralförmige Brüche hervorrufen kann, wenn man denselben torquirt. Doch verschafften auch sie, unter denen namentlich Koch und Filehne 1873—1874, Rauber 1876, Messerer 1880, P. Bruns 1882 u. A. zu nennen sind, sich leider keine volle Klarheit darüber, was man sich unter einer rechts- und linksgewundenen Torsion zu denken habe, weshalb sie sämmtlich zu einer falschen Definition für richtige Beobachtungen gelangten. Dies sowohl, als der Umstand, dass bis in die neueste Zeit hinein kein einziges Lehrbuch, mit Ausnahme desjenigen von P. Bruns, den spiralförmigen Brüchen eine ebenbürtige Stellung neben den anderen vorhin genannten Bruchformen zuweist, als auch ferner besonders die Möglichkeit, durch das von E. Fischer 1886 gefundene Drehungsgesetz einem grossen Theil besagter Brucharten eine natürliche Erklärung zu geben, dürften es gerechtfertigt erscheinen lassen, diese in hohem Grade interessante Bruchform ausführlicher zu betrachten.

Dabei werden wir den Nachweis führen, dass man streng genommen zweierlei verschiedene Spiralbruchformen auseinanderzuhalten hat, von denen die eine mit der Structur und Form des Knochens an sich nichts zu thun hat, während die andere gerade in dieser ihre Erklärung findet. Es bedarf kaum des Hinweises, dass drittens Mischformen möglich sind.

Bei der Durchsicht der Literatur findet man bereits lange Zeit vor Gerdy spiralförmige Brüche abgebildet und kurz erwähnt, hat dieselben jedoch den Schräg- und Längsbrüchen ohne Weiteres zugezählt. Der erste Autor, bei welchem ich Spiralbrüche abgebildet fand, ist Andreas Bonn, welcher in seinem Thesaurus ossium morbosorum 1785 je eine Spiralfractur der Tibia und des Femur abbildet und wenige zusätzliche Bemerkungen darüber macht.

Da die Spiralbrüche an fast allen langen Knochen des Skelets des lebenden Menschen nachgewiesen sind, so dürfte es am zweckmässigsten sein, zunächst eine Zusammenstellung des casuistischen Materials in der Weise übersichtlich zu ordnen, dass wir der Reihe

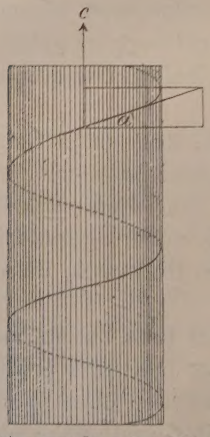
nach die Spiralfracturen der Rippen, alsdann des Schlüsselbeins, des Ober- und Vorderarms, der Hand, des Ober- und Unterschenkels und schliesslich des Fusses durchgehen.

Dabei schicken wir jedoch einige allgemeine Bemerkungen über den Begriff von Spirale und Schraube voraus; denn einerseits sind die Definitionen über Schraube und Spirale in der Wissenschaft und im gewöhnlichen Leben widersprechend, andererseits ist es für den weniger Geübten nicht immer leicht, sofort zu erkennen, welche Windungsrichtung diese oder jene Spirale, diese oder jene Schraube besitzt.

Begriff von Schraube und Spirale.

Die Schrauben- und Spirallinien pflegt man je nach der Richtung, in welcher sie ansteigen, in rechts- und linksgewundene einzutheilen. Da wir es bei den Knochen nicht mit genau cylinderförmigen Körpern zu thun haben, so können wir den Begriff der Schraube, welcher sich nur auf solche Körper bezieht, in engerem Sinne bei Seite lassen und den allgemeinen Begriff der Spirale für unsere Bezeichnungen wählen. Es ist nun zum Verständniss der

Fig. 1.



Rechtsgewundene Spirallinie
$\measuredangle \alpha$ = Steigungswinkel = Spiralensteigung.

Fig. 2.

Linksgewundene Spirale.

Fig. 3.

Rechtsgewundene Spirale.

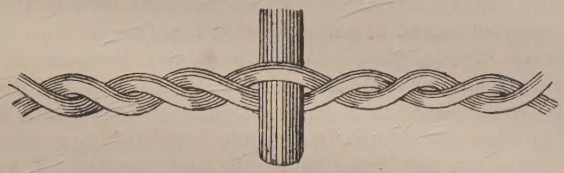
Lehre von den Spiralbrüchen von besonderer Wichtigkeit, sich zuerst klar zu machen, was man unter einer rechts- oder linksgewundenen Spirale zu verstehen habe. Am besten geschieht dies selbstverständlich durch die bildliche Darstellung. In Fig. 1 ist eine spiralig um einen Cylindermantel herumlaufende Linie abgebildet.

Alle Spirallinien, welche die gleiche Windungsrichtung, wie diese Linie, besitzen, bezeichnen wir als rechtsgewunden; der $\measuredangle \alpha$ giebt die Spiralensteigung an. Alle in entgegengesetztem Sinne verlaufenden Spirallinien nennen wir linksgewunden.

Zum näheren Verständniss fügen wir in Fig. 2 u. 3 (S. 4) je eine rechts- und linksgewundene Spirale in Abbildung bei.

Wird eine solche Spirale aus irgend einem Material (Schnur, Band u. dgl.) bestehend in die Länge auseinandergezogen und dadurch bis zur Geraden gestreckt, so behält sie selbstverständlich ihre ursprüngliche Windungsrichtung bei. Sie wird dann einem spiralig gedrehten Seile vergleichbar. So würde z. B. die in Fig. 1 u. 3 abgebildete Spirale, in die Länge gestreckt, rechtsgewundene, die in Fig. 2 linksgewundene Beschaffenheit zeigen, etwa wie dies durch Fig. 4 erläutert ist, welche in ihrer linken Hälfte Rechts-, in der rechten Linkswindung zeigt.

Fig. 4.



Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass obige Begriffe von rechts- und linksgewunden Sache der Uebereinkunft sind. Man könnte ja mit demselben Recht das Linksgewunden auch Rechtsgewunden nennen und umgekehrt, wie dies z. B. in manchen Werken der Botanik, Physik u. s. w. geschieht. Wir haben uns an obige Begriffe deshalb festgeklammert, weil sie mit den Begriffen, wie sie im tagtäglichen Leben als feststehend gelten, übereinstimmen. So z. B. wird die gewöhnliche Schraube und der Korkzieher, welche in ihrer Windungsrichtung mit den in Fig. 1 u. 3 wiedergegebenen Spiralen übereinstimmen, als rechtsgewunden bezeichnet.

A. Spiralbrüche am Rumpf.

1. Rippen.

Ein grosser Theil der Rippenbrüche hat einen verhältnissmässig schrägen Verlauf. Eigentliche Querbrüche gehören zu den Seltenheiten. Letztere werden in reinster Form nur dann zu Tage treten, wenn sie durch eine die Rippen direct treffende Gewalt an der Stelle der Verletzung selbst zu Stande kommen, so z. B. durch einen kräftigen Rippenstoss, Steinwurf, Schlag mit dem Hammer oder durch Auffallen des Körpers auf eine scharfe Kante u. s. w. Kommt die Fractur jedoch auf

indirectem Wege zu Stande, d. h. entfernt von der Stelle, wo die Gewalt einwirkt, so wird die Bruchlinie eine schräge sein. So findet man es z. B. wenn eine Gewalt den Körper von hinten und vorn zusammenpresst. (Quetschung zwischen den Puffern der Eisenbahnwagen, Ueberfahrenwerden durch ein Wagenrad u. dgl.).

Warum sind die auf diese Weise zu Stande gekommenen Rippenbrüche keine querverlaufenden? Die Antwort lautet:

1. Weil die Rippen den Thorax nicht etwa umspannen, wie die Reifen das Fass, sondern weil sie in Spiralform um den Brustkasten herumlaufen.

2. Weil die verletzende Gewalt in der Regel keine rein zusammenpressende, sondern gleichzeitig eine mehr oder weniger gleitende ist.

Durch den ersten Umstand wird nämlich beim Zusammendrücken des Thorax von hinten und vorn an den Rippen nicht etwa eine nur knickende Gewalt zu Stande kommen, wie wenn man einen Stab bricht, sondern es kommt gleichzeitig eine verwindende Gewalt zum Ausdruck und letztere ist es, welche der Bruchlinie den schrägen Verlauf ertheilt. Sieht man sich solche Bruchlinien von Rippen genauer an, so wird man an der Mehrzahl derselben finden, dass die Bruchflächen eine leichte spiralige Windung besitzen, und zwar bei den rechten Rippen eine rechtsspiralige, bei den linken eine linksspiralige. Nebenbei bemerkt wird man diese Bruchform am ausgesprochensten in denjenigen Fällen finden, wo nicht nur eine, sondern mehrere Rippen gleichzeitig zum Bruch kommen.

Denkt man sich einen Menschen auf dem Rücken am Boden liegend und nun eine Gewalt von oben nach unten auf die vordere Körperfläche einwirkend, so wird das Brustbein und mit ihm die Rippen eine Bewegung nicht nur dorsalwärts, sondern gleichzeitig nach abwärts, d. h. dem Nabel zu erleiden. Es ist einleuchtend, dass dadurch an den rechten Rippen eine zugleich knickende und torquirende Gewalt geäussert wird, wodurch die Bruchlinie im mittleren Theil der Rippen einen schrägen und rechtsspiraligen Verlauf erhält. Auf der linken Seite findet das Entgegengesetzte statt.

In der Literatur ist dieser Entstehungsmechanismus der Rippenbrüche kaum berührt, es sind deshalb auch die spiralförmigen Rippenbrüche nicht beschrieben. Man kann solche Fracturen jedoch sowohl an menschlichen, wie an thierischen Rippen sehr leicht erzeugen (s. experimentellen Theil). Malgaigne ist meines Wissens in seinem Werke: Traité des fractures et des luxations. T. I p. 27 der Einzige, welcher mit wenig Worten diesen oben beschriebenen Mechanismus andeutet, indem er sagt, dass ein starker Druck auf das Brustbein die Rippen bricht, indem er sie knickt und zugleich torquirt.

Wird der Thorax statt von vorn und hinten von den Seiten her zusammengepresst, so wird der Verlauf der Bruchlinien ein analoger sein. Die Fractur kommt dann im hinteren oder vorderen Abschnitt der Rippen zu Stande.

B. Spiralbrüche an der oberen Extremität.

2. Schlüsselbein.

Fall 1. Der erste Fall von Spiralbruch des Schlüsselbeins findet sich in dem Atlas von Malgaigne auf Tafel 3, 4 und 5 abgebildet vor.

Daselbst ist ein linkes Schlüsselbein abgezeichnet, welches im mittleren Drittel sehr schräg gebrochen ist. Sieht man sich die Bruchlinie, welche in nebenstehender Fig. 5 deutlich zu erkennen ist, genauer an, so wird man sich mit Leichtigkeit davon überzeugen, dass der Bruch ein rechtsspiraliger ist. Auf p. 463 seines Werkes von 1847 sagt Malgaigne, dass dieser Bruch durch einen Sturz aus dem zweiten Stockwerk eines Hauses zu Stande gekommen sei; derselbe sei ganz sicher durch indirecte Gewalt, wahrscheinlich durch Fall auf die Schultergegend erzeugt.

Fig. 5.

Linkes Schlüsselbein mit rechtsspiraliger Fractur, aus Malgaigne's Atlas Taf. 3, 4, 5.

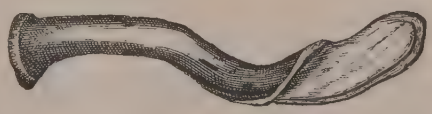
Die in obiger rechtsspiraliger Richtung verlaufende Bruchlinie findet sich nun in der Mehrzahl der Fälle der Brüche des Mittelstücks des Schlüsselbeins linkerseits vor. Rechterseits verläuft die Linie in Linksspirale.

Fall 2. Der umgekehrte Fall, dass nämlich die Fractur des linken Schlüsselbeins in linksgewundener Spirale zu Stande kommt, wird durch ein Präparat der pathologisch-anatomischen Sammlung zu Giessen illustrirt. Es handelt sich um einen Bruch an der Grenze der Diaphyse und des Akromialendes, s. Fig. 6, welche das Präparat von der unteren Fläche wiedergiebt. Die Fractur ist durch Callusmasse geheilt.

Fall 3. In der pathologisch-anatomischen Sammlung zu Strassburg findet sich weiter ein wunderschönes, ebenfalls hierhergehöriges Präparat eines linken Schlüsselbeins mit linksspiraligem Bruch im mittleren Drittel, s. Fig. 7 S. 8. Der Bruch ist gleichfalls durch Callusmasse schön vereinigt.

Wir werden im experimentellen Theil genauer erläutern, dass der typische rechtsspiralige Bruch nicht nur des Schlüsselbeins, sondern sämmtlicher langer Knochen des Skelets, mit Ausnahme derjenigen des Fötus und Neugeborenen, durch eine in linksspiraligem Sinne torquirende Gewalt erzeugt wird, der linksspiralige Bruch durch eine in rechtsspiraligem Sinn wirkende Kraft. Aus dieser Thatsache folgt der Schluss, dass man aus obigen Präparaten unmittelbar herauslesen kann, in welchem Sinne die die Fractur erzeugenden Kräfte an den Schlüsselbeinen zur Geltung gekommen sind.

Fig. 6.

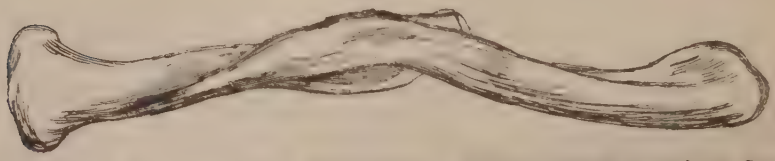


Linksspiraliger Bruch des linken Schlüsselbeins. (Pathol.-anatom. Samml. zu Giessen. Nr. 35.)

In Fall 1 ist das linke Schlüsselbein in linksspirali-

gem Sinne torquirt worden. Man kann sich die Art der Gewalteinwirkung etwa so vorstellen, dass das Akromialende des Schlüsselbeins von unten und vorn getroffen worden ist, etwa durch einen Sturz auf die nach vorn ausgestreckte Hand. In den beiden übrigen Fällen 2 und 3 lag eine in rechtsspiraligem Sinne wirkende Kraft vor. Denkt man sich z. B. Jemanden nach rückwärts auf den nach hinten vorgestreckten linken Ellenbogen auffallend, so wird diese Gesammtwirkung zu Tage treten, namentlich, wenn gleichzeitig eine rechtsspiralige Torsion des Oberarms durch äussere Gewalt oder Muskelzug erfolgt. In gleicher Weise kann man sich auch eine rechtsspiralig

Fig. 7.



Linksspiraliger Bruch des linken Schlüsselbeins. (Pathol.-anatom. Samml. zu Strassburg. Nr. 33.)

verwindende Gewalt am linken Schlüsselbein in der Weise zu Stande gekommen denken, dass ein schwererer Gegenstand von hinten und oben auf den vorderen Theil des Akromialendes aufschlägt.

3. Oberarmbein.

Debeaumarchef berichtet in dem Journal général de médecine. 9. année. T. XXII. Paris, an XIII (1805) über mehrere Fälle von Knochenbrüchen, welche ausschliesslich durch Muskelzug zu Stande gekommen waren. Schon im J. 1791 hat er in der Société de médecine de Paris folgenden Fall vorgetragen:

Fall 4. Ein 43 Jahre alter Mann geht mit seinem Freunde zur Kneipe; beide rühmen ihre Kräfte. Sie engagiren ihre rechten Hände durch gekreuzte, durchgesteckte Finger, legen die Vorderarme auf den Tisch, und es versucht nun Jeder um die Wette den Vorderarm seines Gegners mit Gewalt nach aussen umzudrehen. Dabei kommt natürlich eine sehr starke Anstrengung der vom Condyl. int. hum. entspringenden Pronatoren zur Geltung. Plötzlich brach der Oberarm des einen Mannes dicht oberhalb der Condylen ab. Die Muskeln zogen das untere Fragment nach vorn. Der Fall heilte, es liegt also kein Präparat vor. Es ist jedoch nicht anders möglich, als dass sich in diesem Falle ein Spiralbruch des Humerus ausbildete. Durch den Muskelzug der Pronatoren wurde an dem unteren Theil des Humerus eine Gewalt geäussert, welche von innen oben hinten nach aussen unten vorn gerichtet war. Es trat somit eine rechtsspiralige Verwindung des Humerus ein. Der Verlauf der

Spiralfractur musste demgemäss ein linksspiraliger sein. Würde der Bruch des Oberarmbeins nicht durch den Muskelzug des Individuums erzeugt, sondern durch die übergrosse Drehgewalt des Gegners, so würde eine in ganz gleichem Sinne torquirende Kraftäusserung entstehen, wie bei dem oben beschriebenen Muskelzug der Pronatoren; also auch in diesem Falle würde eine linksspiralige Fractur des Humerus eintreten.

Fall 5. Caffort hat im Jahre 1827 in dem Arch. général de médecine. Paris, 5. année. T. XV. p. 130 einen Fall in der Acad. de médecine zu Paris beschrieben, wo durch Muskelgewalt eine Torsionsfractur des Humerus entstanden war. Zwei Soldaten spielten „Händchen" (Tour de mains). Dabei brach dem einen der Humerus. Das „Händchenspielen" ist in Frankreich sehr gewöhnlich und hat schon öfters zu Brüchen, und zwar zu spiralförmigen, des Oberarmes Veranlassung gegeben;

Malgaigne berichtet in T. I. p. 532, 533 seines Traité des fractures et des luxations über diese Bruchform. Er selbst beobachtete einen hierhergehörigen Fall, in welchem der Bruch 6—8 Cm. oberhalb der Condylen zu Stande gekommen war. Er fügt hinzu, dass Lonsdale gleichfalls 2 hierhergehörige Beispiele beschrieben habe. Leider konnte ich mir das Originalwerk von Lonsdale nicht verschaffen. Selbstverständlich muss bei der rechtsspiraligen Verwindung des unteren Endes des rechten Humerus dieser Knochen höher oben durch eine entsprechende Muskelgewalt festgestellt werden. Dies geschieht durch den Deltoïdes und die in rechtsspiraligem Sinne torquirenden Pectoral. maj. und Latiss. dorsi.

Fall 6. Campaignac hat im Jahre 1829 im Journal hebdomadaire de médecine. T. IV. p. 115 sqq. einen Fall von Torsionsfractur des Oberarmes beschrieben. Einem 11—12jährigen Knaben war durch ein Maschinenrad der rechte Vorderarm abgerissen und der Oberarm derart gequetscht worden, dass sofort die Exarticulation im Schultergelenke gemacht werden musste. Es fand sich der Humerus der Länge nach gespalten, und es nahm die von aussen nach innen gerichtete Fissur die ganze Dicke des Knochens ein; sie begann in der Nähe des unteren Endes über den Condylen und erstreckte sich bis zur Insertion des Deltoïdes.

Offenbar hatte hier eine in linksspiraligem Sinne wirkende Torsion die von unten aussen nach oben innen gehende Fissur erzeugt und ihr eine rechtsspiralige Richtung gegeben.

Fall 7. Froriep beobachtete im Jahre 1834 einen Fall von rechtsspiraligem Bruch des linken Oberarms bei einem Knaben, welcher gelegentlich eines Brandes von einer Mauer erschlagen und nach der Charité zu Berlin gebracht wurde. Der Fall endete tödtlich infolge von Kopfverletzungen. Bei der Section fand man eine Längsfractur im linken Humerus, welche fast die ganze Länge des Knochens einnahm, vom Tub. maj. quer durch den Sulc. bicipitis nach innen zum Tub. minus verlief, dann abwärts stieg und ziemlich genau der Knochenfaserung entsprechend bis eine Hand breit oberhalb der Trochlea herabreichte. Der Fall ist in den Lehrbüchern der Knochenbrüche von Gurlt, P. Bruns u. A. abgebildet (s. Fig. 8 S. 10). Froriep hat das Präparat in seinen chirurgischen Kupfertafeln auf Taf. 478, Fig. 9 1846 abgebildet. Aus diesem

Präparat geht hervor, dass es ausser den durch Torsionsgewalt erzeugten Spiralbrüchen noch eine andere Form von Spiralbruch giebt, welche mit der natürlichen Wachsthumstorsion der Knochen in innigster Beziehung steht. Der linke Humerus besitzt, wie die meisten Knochen der linken Körperhälfte, rechtsspiraliges Wachsthum, wie dies neuerdings von Prof. E. Fischer aus Strassburg in dessen schon genanntem Drehungsgesetz nachgewiesen ist. Ein Blick auf die Fig. 8 lehrt, dass wir eine sehr grosse Spiralensteigung, d. h. einen grossen Steigungswinkel vor uns haben, welcher mit der Spiralensteigung des natürlichen Wachsthums übereinstimmt.

Fig. 8.

Längsfissur der Diaphyse des Humerus nach Froriep.

Bei der vorher beschriebenen Spiralfractur (Fall 1—6), nähert sich der Steigungswinkel mehr oder weniger einem halben rechten.

Wir werden weiter unten noch genauer auf die zweite Form der Spiralfractur (Fall 7), zu sprechen kommen.

Fall 8. Malgaigne bildet in seinem Atlas auf Taf. IV, Fig. 2 eine Spiralfissur des linken Humerus ab, welche 3 Cm. unterhalb des Humeruskopfes beginnt und dann nach abwärts über die Vorderfläche des Humerus in Linksspirale hinabsteigt. In der Fissur hat sich Callus gebildet.

Fall 9. Bauchet berichtet in dem Compte rendu des travaux de la Soc. anatom. pour l'année 1855, sowie in dem Bull. de la Soc. de chirurgie de Paris. 1858—1859. p. 219 und Gazette des hôpitaux. 1858. p. 596 von einem weiteren Fall von Spiralfractur des rechten Humerus. Der 25 Jahre alte Patient kletterte an einem Seil empor. Seine linke Hand liess er los und drehte sich nun sein Körper von links nach rechts um die rechte Hand. Der rechte Humerus wurde dabei abgedreht. Grosser Bluterguss an der Innenseite, Schürfungen durch das Seil. Infection mit Erysipelas, Eiterung, Fieber, am 14. Tage hohe Amputation, Tod.

Zwischen mittlerem und unterem Drittel war der Humerus in 4 Stücke zerbrochen. Das unterste Fragment zeigte eine linksspiralige Bruchlinie, welche der natürlichen Knochendrehung folgt. 2 weitere Fragmente von Splitterform besitzen ebenfalls spiralige Bruchlinien, welche den Knochen in $^2/_3$-Tour umkreisen. Bauchet erklärt den Mechanismus dieser Fractur durch Muskelgewalt und Abdrehung durch das Körpergewicht. Auch meint er, habe eine Keilwirkung der Bruchstücke gegeneinander stattgefunden und so die Splitter losgesprengt. Diese letztere Annahme, so wahrscheinlich sie bei Spiralbrüchen der Beine sein mag, erscheint in vorliegendem Falle unzulässig, da ja die Fractur im Momente der Dehnung und nicht etwa des Zusammendrückens erzeugt worden ist.

Fall 10. Gurlt bildet auf S. 50, Fig. 23 seines Handbuches der Lehre von den Knochenbrüchen. Berlin 1862. Bd. I ein Präparat von

Dr. Wilms ab, welches von einem Manne herrührt, der durch einen schweren Lastwagen überfahren worden war und amputirt werden musste. Abgesehen von mehreren Fissuren in der unteren Epiphyse des rechten Humerus stieg ein Spalt im Knochen schräg nach oben und aussen und trennte schliesslich den Knochen vollständig ab. Aus der Bruchfläche erkennt man in der Abbildung mit Leichtigkeit, dass dieselbe spiralig gewunden ist. In vorliegendem Falle ist durch die ausübende Gewalt mit der Quetschung zugleich eine Torsion verbunden gewesen.

Fall 11. Hamilton bildet auf p. 314, Fig. 89 seines Werkes über Fracturen und Luxationen von 1877 und 1884 eine rechtsspiralige Fissur der unteren Epiphyse des linken Humerus ab. Dieselbe erstreckt sich vom äusseren Drittel der Trochlea schräg nach oben und aussen und schlängelt sich spiralig einige Centimeter höher aufwärts nach aussen um den Schaft des Knochens herum. Eine nähere Angabe über die Entstehung dieses Bruches ist nicht gemacht (s. Fig. 9.)

In demselben Werke ist auf p. 311 in Fig. 88 1884 eine linksspiralige Fissur des unteren Theiles des linken Humerus abgebildet. Doch fehlt auch hier eine genauere Angabe über die Entstehung derselben (s. Fig. 10).

Fig. 9.

Rechtsspiralige Fissur der unteren Epiphyse des linken Humerus.

Fig. 10.

Linksspiraliger Bruch des inneren Condylus des linken Humerus.

Fall 12. P. Bruns berichtet in seinem oben angegebenen Werke Bd. I. S. 59. 1882, dass er einmal einen Torsionsbruch reinster Form am Humerus bei einem Manne beobachtet hat, der mit einem Arm in einen Transmissionsriemen gerathen war. Nähere Angaben über diesen Fall sind leider nicht vorhanden.

Fall 13. In der pathologisch-anatomischen Sammlung zu Strassburg befindet sich eine sehr schöne rechtsspiralige Fractur des rechten Humerus im unteren Drittel zugleich mit einer geheilten Querfractur im mittleren Drittel. Das Präparat trägt die Nr. 650 a. Der Katalog enthält nichts Besonderes über diese Fractur.

4. Vorderarmknochen.

Spiralbrüche der Vorderarmknochen sind ausserordentlich selten und bisher nur in einem Falle beobachtet worden. Das betreffende Präparat betrifft die Ulna im unteren Drittel und befindet sich in dem Musée Dupuytren zu Paris. Der Fall wurde von Jobert beobachtet, ich habe jedoch die Stelle, wo dieser Fall publicirt ist, nicht finden

können. Bourcy erwähnt dasselbe Präparat auf p. 21 seiner These 1855 und sagt, es rühre von einer Frau von 64 Jahren her; der Knochen sei schräg von hinten aussen oben nach vorn innen unten gebrochen, das obere Fragment trage eine lange, keilförmige Spitze, welche von der entsprechenden keilförmigen oder V-förmigen Lücke des unteren Fragments umfasst werde. Von dem unteren Winkel dieser Lücke ginge eine Fissur abwärts bis ins Handgelenk.

Die Seltenheit spiralförmiger Fracturen am Vorderarm erklärt sich aus verschiedenen Gründen:

1. leisten die 2 Vorderarmknochen zusammengenommen mehr Widerstand, als der unpaare Oberarmknochen. Es kommt somit in der Regel zu einer Fractur des letzteren.

2. Wenn trotzdem die drehende Gewalt ausschliesslich auf den Vorderarm beschränkt bleibt, so wird dieselbe, da sie ja in der Regel an der Hand angreift, wesentlich den Radius beeinflussen. Die eigenartige Verbindung aber dieses Knochens am Ellenbogengelenk führt bei Rotationsgewalt daselbst viel eher zu einer Luxation des Capitulum, als zu einer Fractur des Schaftes des Radius.

Die Ulna bleibt bei dieser drehenden Gewalt fast ganz unbetheiligt und nur ausnahmsweise ist man im Stande, experimentell an der Leiche durch Drehgewalt eine Spiralfractur der Ulna zu erzeugen.

Fig. 11.

Rechtsspiralige Fractur des zweiten Metacarpus, nach Malgaigne's Atlas Taf. X, Fig. 9.

5. Mittelhandknochen.

Die feste Verbindung und Nebeneinandergliederung der 5 Mittelhandknochen erklärt es, warum auch hier spiralförmige Fracturen sehr selten sind. Denn bei ihrer Kürze werden die 5 Metacarpalknochen an sich schon mehr Widerstand leisten, als die langen Vorder- und Oberarmknochen. Experimentell ist es deshalb bisher noch nicht gelungen, an der Leiche eine spiralförmige Fractur eines Mittelhandknochens zu erzeugen. Am leichtesten würde dies selbstverständlich am ersten Mittelhandknochen möglich sein.

Fall 14. Der einzige bekannte Fall ist der von Malgaigne, welcher auf Taf. X, Fig. 9 seines Atlas eine sehr schräge Fractur des zweiten Metacarpus abbildet. Man sieht, dass es sich um einen rechtsspiraligen Bruch handelt (s. Fig. 11).

C. Spiralbrüche an der unteren Extremität.

6. Oberschenkelbein.

Fall 15. Reichel hat in seiner Arbeit vom Jahre 1764: De ossium cylindricorum fissura auf Taf. I in Fig. 2 eine Schussfractur des Femur abgebildet. Von der eigentlichen Stelle der Gewalteinwirkung aus gehen Fissuren nach auf- und abwärts, welche wesentlich der Knochenstructur entsprechen. Auch diese Knochenspalten kann man mit zu den spiralförmigen Brüchen rechnen, indem sie der Wachsthumstorsion des Knochens folgend gewundene Richtung und gewundene Flächen darbieten.

Fall 16. Andr. Bonn bildet auf Taf. X seines schon oben genannten Werkes vom Jahre 1785 ein Präparat eines rechten Oberschenkels ab, welches durch Ueberfahren entstanden war. Es hatten sich mehrere Splitter gelöst. Der Patient hat noch längere Zeit nach der Verletzung gelebt, ja er wurde sogar so glücklich geheilt, dass Bonn ihn als ein „egregium naturae sanantis exemplum“ bezeichnet. Die zahlreichen Bruchstücke waren sämmtlich durch Callus schön verbunden (s. Fig. 12). Das Präparat trägt die Nr. 209 des Thesaurus Hovianus.

Man kann an der Form der einzelnen Knochenstücke noch mit Leichtigkeit erkennen, dass die Bruchlinien, welche sie begrenzen, spiralig gewunden sind, und zwar alle in demselben rechtsspiraligen Sinne. Da wir es mit dem rechten Schenkel zu thun haben, kann man aus diesem Befunde allein schon den Schluss ziehen, dass der Knochen in linksspiraligem Sinne torquirt wurde, als er brach. Das Rad ist somit von innen nach aussen, nicht etwa umgekehrt über das Bein gegangen.

Fall 17. Campaignac hat im Jahre 1829 an der schon oben angegebenen Stelle die Geschichte von einem Greise erzählt, welcher am 12. Tage, nachdem er eine Schenkelfractur erlitten hatte, starb. Bei der Section fand man einen Bruch, welcher in der Mitte des Knochens von aussen nach

Fig. 12.

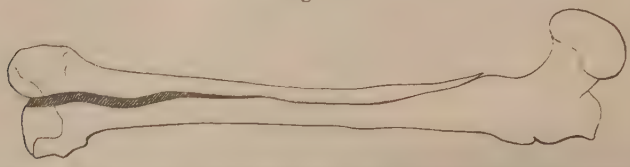
Rechtsspiralige Splitterfract. des rechten Femur nach Andr. Bonn. 1783.

innen in die Höhe stieg und am kleinen Trochanter endigte. Die Bruchlinie war 13 Cm. lang. Nähere Angaben über den Fall fehlen.

Fall 18. Cloquet berichtet in seiner Thèse de concours vom Jahre 1831 von einem Bruch des Oberschenkels eines jungen Dachdeckers, welcher im Hôpital St. Louis zu Paris gestorben ist, nachdem er von einem Dach herabgestürzt war. Der Knochen war zwischen den beiden Condylen gebrochen, und der Knochenspalt stieg von hier aus schräg aufwärts, indem er der leichten Torsion des Knochens folgte, bis zum kleinen Trochanter in die Höhe.

Hier haben wir also wiederum einen Fall von spiralförmig gewundenem Verlauf der Bruchlinie und Bruchfläche, welcher von der natürlichen Wachsthumsdrehung des Knochens abhängig ist und nicht etwa von einer rein torquirenden Gewalt herrührt (s. Fig. 13).

Fig. 13.



Spiralförmiger Bruch der Knochenstructur des Oberschenkels entsprechend nach Cloquet. 1831.

Fall 19. Cruveilhier bildet in der 27. Lieferung der Anatomie pathologique. Pl. I, fig. 2 u. 3 eine Splitterfractur des Oberschenkelhalses einer 85jährigen Frau ab, welche am 5. Tage nach der Verletzung gestorben war. Der Verlauf der Bruchlinie ist durch nebenstehende 2 Abbildungen Fig. 14 u. 15 wiedergegeben. Betrachtet man die Fractur nach eingelegtem Splitter (Fig. 15), so lässt sich dieselbe mit Leichtigkeit als eine rechtsspiralige Fractur erkennen. Der Splitter vertritt das später öfters zu erwähnende rautenförmige Stück. Offenbar ist im vorliegenden Falle eine torquirende Gewalt mit im Spiele gewesen.

Fall 20. Debrou berichtet über folgenden Fall: Ein 62jähriger Mann fiel auf das Pflaster und brach den rechten Oberschenkel. Am 9. Tage traten Brandblasen auf, es kam Erysipel hinzu und 3 Wochen nach der Verletzung trat der Tod ein. Man fand bei der Section eine Fissur, welche auf der vorderen Fläche des Knochens etwa 17 Cm. unterhalb des Schenkelkopfes ansetzte und nach oben aussen und hinten sich um den Knochen herumschlängelte, bis zum Trochanter minor reichte, durch diesen noch hindurchging und oberhalb desselben endigte. Sie lief um mehr als $^2/_3$ des ganzen Knochens herum. Als Ursache der bei Lebzeiten nicht gefundenen Fissur ist ein Fall auf die rechte Hüfte angegeben, wo sich ein grosses Blutextravasat zeigte.

Die drehende Gewalt, welche diese Fractur zu Stande gebracht hat, muss in rechtsspiraligem Sinne gewirkt haben, da ja der Verlauf der Bruchlinie ein linksspiraliger war. Der Schenkel ist somit beim Hinstürzen aufs Pflaster stark nach aussen gerollt worden, oder aber der Rumpf wurde bei fixirtem Bein nach links herumgedreht.

Fall 21. Malgaigne spricht T. I. p. 67 seines Werkes von einem

analogen Präparat von Oberschenkelfractur, wo die Bruchlinie von innen unten vorn nach aussen oben hinten anstieg in einer Ausdehnung von etwa 13 Cm.

Fall 22. Derselbe Autor erzeugte, wie er auf p. 27 desselben Werkes erzählt, eine spiralige Fractur des Oberschenkels in seinem unteren Drittel, indem er den verrenkten Oberschenkelkopf durch Rotationsmannöver wieder einrenken wollte. Die Luxation war eine sehr alte, und er hatte einen Wärter beauftragt, den Oberschenkel im gegebenen Momente nach aussen zu drehen. Die Fractur war von lebhaften und langandauernden Schmerzen gefolgt, aus welchen Malgaigne auf eine schon früher vorhanden gewesene krankhafte Veränderung des Knochens schloss. Bei

Fig. 14.

Fig. 15.

der Besprechung dieses Falles macht Malgaigne auf die bekannten Fälle aufmerksam, bei welchen schwache Kranke, Rachitische oder Krebsige, ihre Glieder brechen, indem sie sich im Bette umdrehen wollen. Alle diese Brüche sind sämmtlich Torsionsbrüche.

Fall 23. Marcé demonstrirte in der anatomischen Gesellschaft zu Paris 1854 den Schenkel eines 18jährigen Arbeiters, welcher am Louvre 25 Fuss tief herabgestürzt war und neben schweren Kopfverletzungen einen Arm-, Oberschenkel- und Beckenbruch davongetragen hatte. Er starb 12 Stunden nach der Verletzung. Die Spiralfractur am Oberschenkel wird folgendermaassen beschrieben: Eine Bruchlinie steigt senkrecht von der Aussenseite des kleinen Trochanter hinter der Linea aspera entlang nach abwärts (gerader Schenkel des Spiralbruches). Eine zweite Linie läuft in Spirale vom kleinen Trochanter nach unten innen und weiterhin nach

vorn aussen und dann nach hinten um den Knochen herum, und vereinigt sich hinten mit dem unteren Ende der ersten Linie. Ob der rechte oder linke Schenkel der verletzte war, ist nicht angegeben. Die Richtung der Spirallinie ist eine der natürlichen Wachsthumstorsion entgegengesetzte. Folglich muss eine mit der Wachsthumstorsion gleichgerichtete, homodrome Verwindung des Knochens beim Bruch desselben stattgefunden haben.

Fall 24. Gosselin hat in der Sitzung der Soc. de chirurgie de Paris. 21. Nov. 1855 ein Präparat von V-förmigem Bruch im unteren Drittel des Femur vorgezeigt, bei welchem eine Verletzung des unteren Theiles in der Weise erfolgt war, dass die Condyli fem. durch einen in das Kniegelenk gehenden Spalt auseinandergedrängt worden waren. Ferner war eine Verletzung im oberen Drittel der Tibia nachweisbar. Das Knie-

Fig. 16.

Fig. 17.

Präp. Nr. 1055 des Katalogs of Warren's anatomical Museum.

gelenk war ankylotisch. Gosselin meint, das V des oberen Schenkelfragmentes habe in der Weise eine Keilwirkung nach abwärts geübt, dass es nicht nur das untere Fragment, sondern selbst die Tibia auseinandergesprengt habe.

Fall 25. Mussey berichtet, dass Jackson am 22. Sept. 1856 der Boston Soc. for medical improvement ein schönes Präparat von einer unvollständigen Spiralfractur im rechten Schenkelhalse vorgelegt habe. Der betreffende Patient war ein gesunder Mann von 42 Jahren, welcher 2 Stockwerke herab auf harten Boden gefallen war und dabei das Rückgrat und den rechten Schenkel gebrochen hatte. Der Schenkel war im mittleren Drittel fast quer gebrochen. Von diesem Querbruche jedoch ging ein weiterer Bruch schräg nach aufwärts, welcher das Femur in einige Splitter theilte. Patient kam auf Bigelow's Abtheilung und starb nach 18 Tagen.

In Fig. 16 und 17 ist der Spiralbruch im Schenkelhalse, sowie das Ende einer Fissur im Schaft abgebildet (beide linksgewunden).

Fall 26. Larrey berichtet über folgenden interessanten Fall von Spiralbruch (Bull. de la Soc. de chirurgie de Paris. Vol. VIII. p. 207. 1857 bis 1858): Ein Officier von 30 Jahren, welcher an Parese der Beine und Amaurose litt, war im Begriff, seine Stiefel anzuziehen und legte in sitzender Stellung zu diesem Zweck den linken Unterschenkel auf das rechte Knie. In diesem Moment brach der linke Oberschenkel über den Condylen. Die Haut riss sogar an der Aussenseite ein und das obere, spitzige Fragment bohrte sich durch den Synovialsack des Kniegelenks zur Wunde heraus. Das Gelenk füllte sich mit Blut und es fand eine langwierige Heilung mit difformer Callusbildung statt. Locale und allgemeine Lähmungserscheinungen führten einige Jahre später den Tod herbei.

Bei dem genannten Uebereinanderkreuzen der Beine erlitt der linke Oberschenkel eine linksspiralige Verwindung. Die Fractur musste somit einen rechtsspiraligen Verlauf haben.

Fall 27. Gosselin beschreibt ibid. einen weiteren hierhergehörigen Fall von Bruch des rechten Oberschenkels, welcher von Lizé beobachtet worden ist. Ein Mann von 34 Jahren fiel 2 M. tief herab und brach dabei den rechten Oberschenkel dreiquerfingerbreit oberhalb der Condylen. Das obere Fragment mit V-förmiger Spitze war vorn durch die Haut gedrungen. Die Condylen verschoben sich bei passiver Bewegung gegen einander. Ihre Bruchenden waren gegen die Kniekehle gerichtet. Die Spitze des oberen Fragmentes wurde resecirt. Eiterung, Amputation verweigert. Tod am 68. Tage.

Bei der Section zeigte sich, dass von dem V des unteren Fragmentes eine Fissur zwischen die Condylen des Femur gedrungen war. Gosselin meint, das V des oberen Fragmentes habe das untere Fragment nach Art eines Keiles gespalten. Das Periost war in grosser Ausdehnung von den Enden der beiden Fragmente abgelöst.

Fall 28. Decroizilles beobachtete folgenden Fall von spiralförmigem Bruch des linken Oberschenkels. Ein 15jähriges Mädchen erhielt gelegentlich des Orsini'schen Attentates auf Napoleon III. (14. Jan. 1858) in Paris 1. einen Granatschuss oberhalb des linken Knies, 2. eine Spiralfractur im oberen Drittel des linken Oberschenkels. Der Granatsplitter blieb im Markkanal stecken; Amputation verweigert, Erysipel, Pyämie, Tod nach 2 Monaten.

Fig. 18.

Spiralfractur nebst Schussverletzung des Oberschenkels (Fall von Decroizilles. 1858).

Das Präparat ist dem Musée Dupuytren übergeben worden. Das Periost war weit abgelöst; sowohl von diesem als vom Mark aus war

Knochenneubildung eingetreten. Die Spiralfractur begann 4 Cm. unter dem Troch. min. und endigte 19 Cm. über dem Kniegelenk. Ihr gerader Schenkel war 7 Cm. lang. Vom unteren Winkel des Spiralbruches ging eine Längsfissur nach aufwärts (s. Fig. 18).

Fall 29—35. Gurlt bildet in Bd. I. S. 49 seines Werkes in Fig. 22 eine wundervolle linksspiralige Fractur des rechten Oberschenkels ab. Das betreffende Präparat gehört dem anatomischen Museum zu Marburg an und rührt von einem 60jährigen Manne her, welcher 10 Wochen nach der Verletzung an Gehirnerscheinungen zu Grunde gegangen war (s. Fig. 19).

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Linksspiralige Fractur des rechten Femur nach Gurlt.

Auf S. 50 bildet Gurlt fernerhin ein Präparat des anatomischen Museums zu Breslau (Nr. 1492) ab. Dasselbe betrifft den linken Oberschenkel im oberen Drittel und ferner den Schenkelhals; soviel aus der Zeichnung Fig. 23 S. 50 zu ersehen ist, handelt es sich um eine rechtsspiralige Fractur.

Auf S. 53 desselben Werkes ist in Fig. 26 eine Fractur mit sehr starker Spiralensteigung des unteren Drittels des linken Schenkels abgebildet. Man könnte diese Fractur, welche rechtsspiralig verläuft, unter die zweite Gruppe von Spiralfracturen rechnen, welche mit der Knochen-

structur in innigem Zusammenhange stehen. Das Präparat gehört der pathologisch-anatomischen Sammlung des herzogl. Colleg. anat.-chir. zu Braunschweig an.

Auf S. 54 ferner bildet Gurlt in Fig. 27 u. 28 zwei sehr interessante spiralförmige Brüche des Oberschenkels ab, welche in nebenstehenden Figg. 20 u. 21 wiedergegeben sind.

Der in Fig. 20 abgebildete rechte Oberschenkel zeigt eine linksspiralige Fractur, deren Enden durch einen geraden, senkrechten Schenkel verbunden sind, mit welchem fernerhin noch parallel eine zweite Fissur verläuft. Von den Enden der spiralförmigen Linie gehen Fissuren weiter

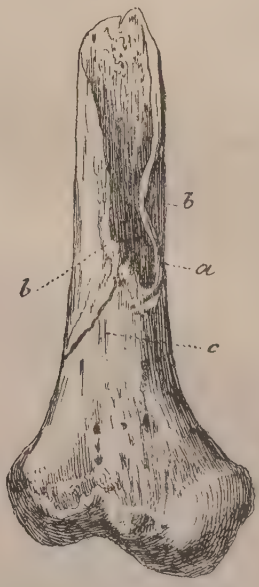
Fig. 22.

Rechtsspiralige Fract. des linken Oberschenkels mit Bildung des rautenförm. Splitters nach Gurlt.

Fig. 23.

Linksspiraliger Bruch des l. Femur, aus der path.-anat. Samml. zu Braunschweig (Hinteransicht).

Fig. 24.



Rechtsspiralige Schussfractur nach Koch. 1872.

nach auf- und abwärts. Das Präparat ist von der Innenseite gezeichnet und gehört der pathologisch-anatomischen Sammlung zu Giessen (Nr 35. 226) an.

Die Fig. 21 ist dem anatomischen Museum zu Berlin (Nr. 2400) zugehörig. Es handelt sich um den rechten Oberschenkel eines 40jährigen, 12 Tage nach der Verletzung gestorbenen Mannes. Aus der Abbildung ersieht man sofort, dass es sich um eine linksspiralige Fractur handelt.

Vergleicht man die Figg. 20 u. 21 mit einander, so findet man fernerhin sofort die Erklärung des langen, rautenförmig gelösten Knochenstücks

an der hinteren Fläche des Schenkels in Fig. 21. Denkt man sich nämlich in Fig. 20 die besprochene Längsfissur, welche vom unteren Ende des Spiralbruches nach oben steigt, weiterhin fortgesetzt bis zum oberen Ende des Spiralbruches, so würde in diesem Präparat gleichfalls ein langes, schmales, rautenförmiges Knochenstück gelöst worden sein, dessen obere und untere Umrandung spiralig, dessen seitliche Ränder geradlinig beschaffen sind. Nebenbei bemerkt findet sich dieser rautenförmige Knochensplitter bei vielen Spiralfracturen vor, und wir werden noch öfters auf denselben zurückkommen müssen.

Auf S. 300 bildet Gurlt schliesslich in Fig. 109 ein weiteres, hierhergehöriges Präparat ab, welches dem Museum of the R. C. S. of England (Nr. 454) zugehört. Abgesehen von einer extracapsulären Fractura colli fem. sin. zeigt dasselbe einen Spiralbruch unterhalb der Mitte der Diaphyse. Auch hier finden wir wieder das rautenförmige Stück vor, welches sonderbarerweise so vollständig um seine Axe gewälzt ist, dass seine Markhöhlenfläche gegen die Muskeln gekehrt ist (s. Fig. 22 S. 19). Der Bruch ist ein rechtsspiraliger.

Auch der auf S. 58 in Fig. 30 u. 31 abgebildete Oberschenkelbruch hat spiralige Beschaffenheit. Derselbe ist hier in Fig. 23 von hinten wiedergegeben. Die Spirale ist linksgewunden. Die Fragmente sind bereits durch Callusmassen vereinigt, wenn auch in schlechter Stellung zu einander.

Fall 36 u. *37*. Demme berichtet im 2. Theile seines Werkes: Allgemeine Chirurgie der Schusswunden, auf S. 359 von 2 Fällen spiralförmiger Brüche der Oberschenkeldiaphyse nach Schussverletzungen. Es handelt sich um sehr schräg verlaufende Splitterungen, die 5—7 Cm. lange, flötenförmige Spitzen darstellen, welche eine um den Körper des Oberschenkels herumlaufende Spirallinie trennt. Solche Brüche, welche nach Demme sehr selten sind, kommen besonders dadurch zu Stande, dass das Geschoss eine Wand zertrümmert, aber nicht Kraft genug hat, um auch die andere Wand zu durchbohren, sondern innerhalb des Medullarkanales vorwärtsdringt. In beiden Fällen fand Demme das difformirte Projectil etwas entfernt im Innern des Markkanales. Demme hält, wie auch die anderen Autoren diese Formen für besonders wichtig wegen der weiten Ablösung des Periostes und der ausgedehnten Nekrosirung des Knochens.

Fall 38—42. Wilh. Koch veröffentlichte weiterhin 5 Fälle von spiraligen Schenkelbrüchen, welche bei Schussverletzungen im Kriege 1870 bis 1871 entstanden waren.

Im ersten Fall war die Kugel dreiquerfingerbreit oberhalb des linken Knies vorn durch die Haut gedrungen und hatte einen ganz schrägen Verlauf genommen, so dass sie erst 7 Cm. oberhalb der Condylen die vordere Knochenwand durchbohrte und in das Mark eindrang. Es trat Nekrose der Bruchenden ein. Tod am 30. Tage. Die Fractur war eine rechtsspiralige. Von ihrem unteren Ende ging eine rechtsspiralige Fissur nach abwärts um den Knochen herum (s. Fig. 24).

Im zweiten Falle fand Koch an dem rechten Schenkel eine linksspiralige Fractur mit dem geraden Schenkel an der hinteren Fläche. Die Kugel war am Troch. maj. eingedrungen, das obere Fragment hatte die Ven. femoral. verletzt und deren Thrombose veranlasst. Tod am 4. Tage. Patient fiel, als er den Schuss erhielt, aufs Knie und schwankte nach

rechts herum (s. Fig. 25). Der Spiralcharakter der Fractur ist offenbar durch diese Schwankung des Körpers im Moment der Verwundung erzeugt worden.

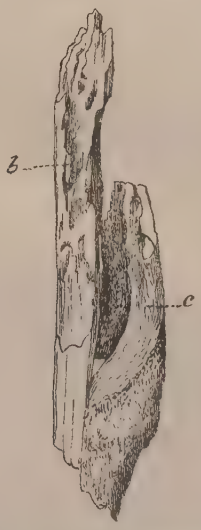
Der folgende Fall, von welchem Koch berichtet, betrifft einen Schuss in die Gegend des rechten Troch. maj. mit daran sich anschliessender, linksspiraliger Fractur.

In dem vierten Falle wurde der rechte Schenkel in dem oberen Drittel durch eine Chassepotkugel zerschmettert. Tod nach 9 Wochen an Sepsis. Es fanden sich 4 Knochenstücke vor, 2 grosse Fragmente und 2 Splitter, von denen der eine in Fig. 26 abgebildet ist. Man sieht auf den ersten

Fig. 25.

Linksspiralige Fractur des rechten Oberschenkels nach einem Schuss in den Troch. maj.

Fig. 26.



Splitter von einer Schussfractur des rechten Oberschenkels nach Koch. Rechtsspiral. Bruchlinie.

Blick, dass die oberen Ränder des Splitters aus einer rechts gewundenen Spirallinie und einem geraden Schenkel zusammengesetzt sind.

Der letzte Fall von Koch kam am rechten Oberschenkel zu Stande, nachdem der Soldat einen Streifschuss am linken Oberschenkel erhalten hatte. Er schwankte beim Fall mit dem Körper nach links herum und erzeugte sich dabei dicht unter dem rechten Troch. maj. einen subcutanen Spiralbruch, welcher heilte.

Fall 43. Léger beschreibt einen Fall von Spiralbruch des Oberschenkels bei einem 51 Jahre alten Mann, Dachdecker, welcher 2 Stock-

werke herabgefallen war und dabei schwere innere Verletzungen erlitten hatte. Tod am 3. Tage. Man hatte bei Lebzeiten eine Fract. subtrochanterica simpl. diagnosticirt. Bei der Section fand man einen Spiralbruch dicht unterhalb des Troch. maj.; das untere Fragment war mit seiner Spitze in den Trochanter eingedrungen und hatte ihn auseinandergesprengt.

Fall 44. Féré beobachtete 1881 folgenden Fall von Spiralfractur des Oberschenkels.

Eine 84jähr. Frau steigt aus dem Bett. Der linke Fuss ist einwärts gedreht. Sie fällt auf die linke Hüfte. Bruch im unteren Drittel des linken Schenkels. 6 Cm. Verkürzung. Scharfe Kanten der Fragmente fühlbar; Decubitus; Tod am 13. Tage. Hypostatische Pneumonie. Section: Die Spirallinie beginnt ein wenig hinter dem äusseren Rand, geht nach vorn innen und unten und hierauf nach hinten zur Kniekehle hin, also in rechtsspiraliger Windung. Der gerade Schenkel steigt hinten schräg abwärts. In der Bemerkung sagt Féré ganz richtig, dass die Fractur durch Drehung des Fusses von innen nach aussen entstanden sein muss.

Fall 45. Raullet beschreibt ferner in seiner These von 1880 einen Fall von Spiralfractur des linken Femur, dessen Entstehungsmodus ganz analog dem in Fall 26 beschriebenen ist. Ein Mann von 50 Jahren mit Mal perforant am linken Fuss wollte diesen kranken Fuss auf das rechte Knie legen. „Dabei entstand ein Krach, wie bei einem Pistolenschuss.“ Crepitation, 6 Cm. Verkürzung, Knie und Unterschenkel nach aussen rotirt. Fractur zwischen mittlerem und unterem Drittel. Extensionsverband. 6 Wochen später Verkürzung = 3—4 Cm. Heilung in leichter Innenrotation des Fusses und Unterschenkels.

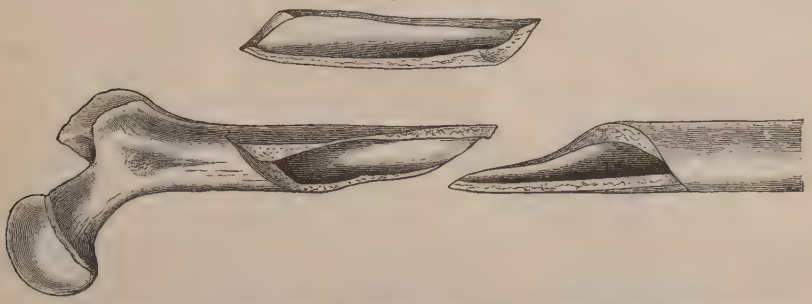
Fall 46—48. P. Bruns fügt den zahlreichen im Vorhergehenden aufgezählten Spiralbrüchen des Femur noch 3 weitere Fälle hinzu (Mittheilungen aus der chirurg. Klinik zu Tübingen. 2. Heft. 1884 mit Taf. III).

Der erste derselben betraf einen subcutanen Spiralbruch des oberen Endes des rechten Femur mit Absprengung eines rautenförmigen Fragmentes. Der betreffende Patient, 15 Jahre alt, Müllerbursche, wurde von einem fallenden Baum bedroht, bückte und drehte sich rasch um, wobei er hinfiel, vom Baume unberührt. Enorme Anschwellung des ganzen Oberschenkels, starker Erguss ins Kniegelenk, Oberschenkel oberhalb der Mitte winkelförmig geknickt. Spitze des Winkels vorn aussen. Bein nach aussen rotirt, 4 Cm. verkürzt. Lagerung zwischen Schienen und Sandsäcke. Nach einigen Tagen Gangrän des Fusses und des Unterschenkels (hinten bis zum Knie gehend). Transcondyläre Amputation des Oberschenkels. Septicämie und Nachblutung aus der A. poplitea. Tod nach 7 Tagen. Section: A. femoralis unverletzt. Splitter 14,5 Cm. lang, 2,5 breit. Die Fractur war rechtsspiralig (s. Fig. 27).

Der zweite Fall stellt eine subcutane Spiralfractur des rechten Femur mit Absprengung eines grossen, rautenförmigen Fragmentes vor. Complication mit Querbruch des linken Femur, Ablösung der unteren Epiphyse der linken Tibia und Spiralbruch der linken Fibula. Patient, 17 Jahre alt, gerieth mit beiden Beinen in die Speichen eines Bauernwagenrades und wurde eine Strecke weit geschleift. Die Diagnose lautete: Sehr

steiler Schrägbruch des rechten Femur. Oberes Drittel mit sehr grossem Blutextravasat, winkelförmige Knickung, starke Beweglichkeit und Crepitation. Ferner Verletzungen am Kopf und linken Knie. Reposition, Flanellbindeneinwickelung, Lagerung zwischen Sandsäcke und Schienen. Am 2. Tage hohes Fieber, Delirien, am 8. Tage Verfärbung der Haut. Brandblasen an den Unterschenkeln und Decubitus. Am 10. Tage Tod an

Fig. 27.



Rechtsspiraliger Bruch des rechten Femur mit Absprengung eines rautenförmigen Stückes nach Bruns.

Septicämie. Section: Spiralbruch rechtsspiralig, 18,5 Cm. lang, der grosse, rautenförmige Splitter umfasst $^2/_3$ des Knochenumfanges. Der Spiralbruch der Fibula ist 10 Cm. lang. Im unteren Fragment eine Fissur von 3 Cm.

Der dritte Fall betrifft einen subcutanen Spiralbruch ebenfalls des rechten Femur, 25 Cm. lang, mit einem rautenförmigen Fragment von mehreren Centimetern Durchmesser und einer 20 Cm. langen Spiralfissur ins Kniegelenk. Alle Spiralen sind rechts gewunden. Ferner war eine complicirte Fractur des oberen Endes der linken Tibia mit Kniegelenkseröffnung vorhanden. Tod an Septicämie am 11. Tage. Der 32 Jahre alte Patient war 40′ tief in einen Schacht gestürzt. Die Behandlung bestand in Gewichtsextension mit Suspension. Linkerseits Sublimatverband.

7. *Unterschenkelknochen.*

a) Tibia.

Fall 49. Andr. Bonn theilt in seinem schon erwähnten Thes. ossium morbosorum. 1783. Taf. VIII, Fig. 3 folgenden Fall mit:

Ein Mann in mittlerem Lebensalter hatte eine Schrägfractur der linken Tibia erlitten. Der Patient starb, und es zeigte sich, dass die Tibia im unteren Theil gespalten, im mittleren schräg gebrochen war. Von dem Schrägbruch aus gingen in das untere Fragment viele Fissuren. Im latein. Text heisst es von der Hauptfissur: „A fractura incipiens, obliquo ductu procedens et se circa os quasi flectens.“ Das Präparat trägt die Nr 221 Thes. Hoviani (s. Fig. 28).

Fall 50. Campaignac berichtet in dem Journal hebdomadaire de médecine. T. IV. No. 43. p. 114 et 115. 1829 von einer 38jährigen Frau,

welche sich vom zweiten Stockwerke aus auf die Strasse stürzte und sofort starb. Die linke Tibia zeigte 3 Längsspalten und ausserdem einen schräg gewundenen Spalt, welcher von der Mitte der inneren Kniegelenkfläche aus nach abwärts bis zur äusseren Fläche des Knochens sich herumschlängelte und 23 Cm. unter dem Kniegelenk endigte. Diese Spiralfissur hatte also linksspiralige Windung. In Froriep's Kupfertafeln Nr. 239 Fig. 56 ist eine Abbildung dieses Präparates zu finden.

Fig. 28.

Rechtsspiralige Fissur der linken Tibia nach Andr. Bonn. 1783.

Fall 51. Trusen erzählt in Gräfe und Walter's Journal der Chirurgie und Augenheilkunde von einem Manne, welcher durch Erde verschüttet war, eine ausgedehnte Zermalmung des linken Fusses davongetragen hatte und amputirt werden musste. Die Tibia zeigte 3″ oberhalb des Fussgelenks an ihrer Innenfläche einen in gerader Richtung nach oben gehenden Knochenspalt. Ein zweiter, spiralig gewundener Spalt begann an der hinteren Fläche, ging abwärts zur äusseren Fläche und drang dicht neben dem vorderen Rande der Tibia ins Fussgelenk ein. Offenbar gehört dieser Fall zu den unvollständigen, fissurartigen Brüchen, und zwar muss der Fuss bei der Verschüttung nach aussen umgedreht worden sein.

Fall 52. Maisonneuve hat im Jahre 1840 einen weiteren hierhergehörigen Fall publicirt. Ein 60 Jahre alter Mann fiel etwa 1½ Meter tief und starb bald darauf. Die rechte Tibia zeigte im mittleren Drittel einen von oben nach unten und von hinten nach vorn verlaufenden 15 Cm. langen Bruch. Durch eine Torsion der Fussspitze nach aussen konnte die Fractur stark klaffend gemacht werden.

Fig. 29.

Splitter von einer Schussverletzung der Tibia mit linksspiraliger Fissur nach Malgaigne. 1874 u. ff. (Musée du val de Grâce.)

Fall 53. Malgaigne bildet in seinem Atlas auf Taf. I, Fig. 8 mehrere Splitter, resp. Sequester von einer alten Schussverletzung der Tibia ab, welche vom Jahre 1815—1823 in dem Unterschenkel gelegen hatten und dann ausgestossen worden waren. Dieselben zeigen fast alle deutlich gewundene Beschaffenheit; der grösste von ihnen ist in nebenstehender Fig. 29 abgebildet. Sie zeigen alle 5 linksspiralige Beschaffenheit. Auf vorliegendem, linksspiralig gewundenen Splitter bemerkt man eine feine linksspiralige Fissur, welche nicht ganz durch die Dicke des Knochens hindurchgeht.

Fall 54. Auf Taf. XV, Fig. 5 bildet Malgaigne ferner eine geheilte Fractur der rechten Tibia ab, welcher man unbedingt linksspiralige Beschaffenheit zuerkennen muss.

Fall 55. Erichsen: Patient, 38 Jahre alt, Potator, glitt aus und fiel etwa 4′ tief hinab. Die dabei erlittene Fractur begann 2″ über dem inneren Malleolus und ging nach aussen und oben 2″ hinauf. Das Ende des oberen Fragmentes war sehr scharf. Starke Schwellung, die Wunde klein, das obere Fragment stand vor. Liston's Schiene. Am 5. Tage dislocirten sich die Fragmente. Am 7. Tage Delirium, Eiterung, Abscesse, Spaltung, Splitter wurden bemerkt. Diarrhoe. Planum inclinatum, am 15. Tage Amputation 4″ unter dem Knie. Eiterung, Verjauchung der Lappen. Die Untersuchung der Tibia ergab im oberen Fragment zwei Fissuren 4″ weit, Heilung.

Fall 56. Bourcy hat in seiner These vom Jahre 1855 einen Fall von complicirter Unterschenkelfractur linkerseits im unteren Drittel des Knochens beschrieben, welche einen 39jährigen Mann betraf, dem ein Wagenrad über das Bein gegangen war. Die Fibula zeigte eine gezähnte Fractur mit 2 Splittern. Auch bestanden noch andere, schwere Verletzungen. Tod nach 2 Tagen. Das Präparat der Tibia ist in Fig. 3 genannter These abgebildet. Es handelt sich hier um einen typischen, rechtsspiraligen Bruch mit Absprengung des bekannten rautenförmigen Stückes zwischen Tibia und Fibula. Es muss somit bei der Einwirkung der directen Gewalt durch Ueberfahren gleichzeitig eine Torsion stattgefunden haben und zwar muss der Fuss sammt unterem Fragment nach aussen torquirt worden sein, und es dürfte die Annahme gültig sein, dass auch in diesem Falle das Wagenrad von innen nach aussen über das Bein gerollt ist.

Fall 57. Ein weiterer Fall, den Bourcy mittheilt, betrifft einen Omnibusfahrer von 56 Jahren, welcher mit Holzschuhen über den Schnee ging, fiel und dabei mit dem Gesäss auf sein rechtes Bein zu sitzen kam. Er hörte einen Krach, konnte nicht mehr aufstehen und wurde auf Gosselin's Abtheilung gebracht. Man fand

1. eine Fractur der rechten Tibia an der Grenze von mittlerem und unterem Drittel in Form eines V, von welchem ein Längsspalt nach oben und ein Spiralspalt nach unten sich in den Knochen weiter fortsetzte; letzterer bis ins Fussgelenk;

2. einen schrägen Bruch der Fibula im oberen Viertel.

Es bildeten sich Blasen auf der Haut, es trat Erysipelas und Pyämie auf und am 30. Tage trat der Tod ein.

Die beiden Figg. 30 u. 31 geben das Präparat wieder, Fig. 30 von innen, Fig. 31 von hinten. Man sieht, dass es sich um einen linksspiraligen Bruch handelt. An der hinteren Fläche ist ein zweiter, bogenförmiger Spalt sichtbar, durch welchen ein Stück der hinteren Tibiafläche vollständig aus dem Zusammenhang mit dem übrigen Knochen losgelöst ist.

Fall 58 u. 59. Gosselin macht in seinem Aufsatze in der Gazette des hôpitaux. 1883. p. 218: Sur les fractures en V du tibia die Mittheilung, dass er die von Gerdy als „Fract. spiroïde" bezeichnete Bruchform schon im Jahre 1847 beobachtet habe. Sein zweiter Fall rühre von 1851 her, sein dritter und vierter von 1855, letztere beide endeten tödlich und sind schon höher oben in Fall 56 und 57 von Bourcy beschrieben. Alle 4 Brüche lagen im unteren Drittel der Tibia. Gosselin fügt hinzu, er halte die Bezeichnung „Fracture spiroïde" für eine nicht glückliche. Er

glaube daher den Namen Fracture en V vorschlagen zu müssen. Es handle sich nämlich bei diesen Brüchen um einen V-förmigen spitzigen Knochenvorsprung jedes Fragmentes, welcher in eine entsprechende V-förmige Lücke des anderen Fragmentes hineinpasse. Mann könne dieser Fractur auch die von Malgaigne angewendete Bezeichnung „Fracture en pointe“ beilegen, obwohl dieser Name besser für die gewöhnlichen Schrägbrüche passe. Durch das Entstehen der oben erwähnten spitzigen, V-förmigen Bruchlinien kommt nach Gosselin eine Keilwirkung zu Stande, welche ihrerseits die Ursache der so häufig bei solchen Fracturen vorkommenden Splitter bildet. Aus diesem Grunde hat Larrey in der Soc. de chirurgie de Paris 1855 gelegentlich einer Debatte über die „Fractures spiroïdes ou en V“ den weiteren Namen „Fractures en coin“ für die Spiralbrüche vorgeschlagen, eine Bezeichnung, welche vielfach Beifall gefunden hat. Marjolin sagte in derselben Sitzung, dass durch die genannte Keilwirkung sowohl die Fissuren- als die Splitterbildung erklärt werden könne, namentlich wenn bei dem keilförmigen Eindringen des einen Fragmentes in das andere gleichzeitig noch eine Torsionswirkung ausgeübt werde. Die Veranlassung zu obiger Debatte war durch Chassaignac hervorgerufen worden, welcher ein Präparat von V-Fractur demonstrirt hatte. Dies Präparat war demjenigen von Gosselin ähnlich, wie ein Ei dem anderen. Durch das eine Fragment war die V. saphena int. verletzt worden.

Fig. 30.

Linksspiralige Fractur der rechten Tibia nach Bourcy. Innenseite.

Fig. 31.

Dasselbe Präparat von hinten.

Auch Houel führte in derselben Sitzung an, dass er in der Collection Jobert mehrere Präparate der in Frage stehenden Fractur gefunden habe. Die Fissuren seien stets im unteren Fragment gewesen. Alle Patienten waren zwischen dem 20.—30. Tage an purulenter Infection gestorben und an keiner dieser Fracturen Spuren von Consolidation vorhanden. In einer späteren Sitzung vom 21. November 1855 wurden die Präparate der Collection Jobert vorgelegt, und Gosselin zeigte ferner 2 weitere Präparate von V-Fractur der Tibia vor, welche in der These von Bourcy genauer beschrieben sind.

Fall 60. Larrey stellte in der Soc. de chirurgie de Paris einen Fall vor, welcher in der Gaz. des hôpitaux. Paris 1855. p. 596 veröffent-

licht ist. Ein Soldat, welcher über eine Mauer klettern wollte, fiel auf die Füsse, jedoch so, dass sein Körpergewicht allein auf einen Fuss zu ruhen kam. Beinbruch. Tibia 4 Cm. oberhalb des Malleolus int. gebrochen, stand scharf gegen die Haut vor, ohne jedoch diese zu verletzen. Grosse Schmerzhaftigkeit und Schwellung. Verband so angelegt, dass die Bruchstelle frei blieb, welche der Irrigation continue während 10 Tagen (kaltes Wasser) unterworfen wurde. Hierauf während 5 Tagen kalte Umschläge. Mittlerweile hatte das obere Fragment die Haut perforirt. Wundverband, Gypsverband und Heilung.

Fall 61. Demarquay beobachtete eine V-förmige Fractur der Tibia bei einem 29 Jahre alten Manne, welcher trunken in Streit gerathen war. Er erlitt eine Splitterfractur der rechten Tibia mit durch die Haut vorstehenden Fragmenten. Nach 2 Tagen Delirium, Phlegmone, Amputation und Tod. Es fand sich eine typische Spiralfractur.

Fall 62. Gosselin beschreibt einen weiteren Fall von complicirter Fractur der Tibia mit Splitterung 4 Querfinger unterhalb der Tuberositas bei einem 47 Jahre alten Manne. Das untere Fragment ragte 6—7 Cm. zur Haut heraus und war nicht reponibel. Das obere Fragment war in 12—15 Splitter zersprengt, mehrere Fissuren gingen ins Kniegelenk. Die Weichtheile waren nicht gequetscht, so dass es sicher war, dass eine indirecte Gewalt den Bruch erzeugt hatte. Die ausgedehnte Splitterung schreibt Gosselin wiederum dem keilförmigen Eindringen des unteren Fragmentes in das obere zu. Er machte die Oberschenkelamputation. Patient hatte ausserdem noch eine gezähnte Fractur des linken Oberschenkels. Ursache der Verletzung war ein Einsturz.

Fall 63. Chassaignac legte der Gesellschaft der Chirurgen in Paris ein weiteres Präparat vor. Der betreffende Patient kam betrunken im Spital an und starb sehr bald, so dass die Ursache der Verletzung unbekannt blieb. Im unteren Theil der Tibia fand sich die V-Fractur. Von der V-förmigen Lücke des unteren Fragmentes ging eine spiralige Fissur nach abwärts.

Auch über diesen Fall erhob sich eine Discussion. Gosselin entwickelte seine Keiltheorie und führte die Bildung der Fissur im unteren Fragment auf eine Keilwirkung des oberen zurück. Mit Recht machte jedoch Houel dieser Ansicht gegenüber geltend, dass dieselbe zwar Längsfissuren erklären könne, keineswegs jedoch spiralig um den Knochen herumlaufende. Letztere seien stets als directe Fortsetzung der Hauptspirale zu betrachten.

Fall 64. Deguise berichtet von einem Falle von Spiralfractur im unteren Drittel der Tibia, hervorgerufen durch einen Einsturz. Beide Fragmente schauten zur Haut heraus und mussten resecirt werden. Eiterung, Oberschenkelamputation. Vom unteren Fragment ging eine senkrechte Fissur ins Fussgelenk.

Fall 65 u. *66.* Gosselin demonstrirte in der Soc. de chirurgie de Paris. 1858—1859. T. IX. p. 149 zwei Präparate von spiralförmiger Fractur der Tibia, welche ihm von Dr. Lizé zugeschickt worden waren. In dem ersteren Falle war der Kranke aus grosser Höhe herabgestürzt und blieb sofort todt. Er hatte noch eine Schenkelhals- und Humerusfractur erlitten.

Im zweiten Falle hatte ein 59 Jahre alter Mann einen grossen Stein gegen das Bein geschleudert bekommen und musste amputirt werden. An der Tibia befanden sich 3 vollständige Fracturen übereinander, welche zum Theil stark gezähnt waren und mehr oder weniger queren Verlauf hatten.

Gosselin bemerkt hierzu, dass diese fast queren Fracturen keineswegs wie mit der Säge geschnittene, ebene Bruchflächen hätten, sondern diese Bruchflächen seien mehr oder weniger gewunden.

Fall 67. Fauchet: Ein Arbeiter, 26 Jahre alt, blieb beim Ueberschreiten der Eisenbahn mit der Fussspitze unter einer Schiene stecken und mit dem Absatz an einem Câble hängen. Er drehte sich beim Fall von links nach rechts und fiel nach rechts ab zur Erde. Bruch beider Unterschenkelknochen. Am 4. Tage Gangrän des Fusses; Dextrinverband; Fieber, Amputation und Heilung.

Tibia: Spiralfractur, welche 14 Cm. oberhalb des Fussgelenkes beginnt an der äusseren Kante, von da rechtsspiralig abwärts steigt über die äussere und innere Fläche zur hinteren Fläche, wo sie 3 Cm. über dem Fussgelenk endigt. Der verticale Schenkel lag auf der hinteren Fläche.

Fibula: Am unteren Ende des Malleolus setzt eine Fractur vorn quer nach hinten ein und steigt dann plötzlich steil nach oben und hinten, so dass die Fragmente je eine 5—6 Cm. lange Spitze erhalten.

In vorliegendem Falle kam die Spiralfractur der Tibia zu Stande, indem der Körper von links nach rechts gedreht wurde; gleichzeitig fand ein Zug an dem fixirten Fusse statt. Von einem keilförmigen Eindringen der Fragmente ineinander nach Gosselin kann somit nicht die Rede sein.

Fall 68. Gosselin stellt einen Mann von 58 Jahren vor, mit Fractur beider Unterschenkelknochen, rechts mit einer grossen V-förmigen Hautwunde, in welcher die Tibia mit ihrem V blossliegt. Er macht sofort die Amputation.

Fall 69. Bérenger-Feraud berichtet auf p. 33 seiner These vom Jahre 1864 über einen V-förmigen Bruch beider Knochen des rechten Unterschenkels im oberen Drittel mit Vorragen des oberen Fragmentes, welches jedoch leicht reponirt werden konnte mittelst eines Druckes von oben auf dasselbe und Erheben des Fusses in Rückenlage des Kranken. Später Gypsverband. Heilung ohne Vorsprung in 9 Wochen.

Fall 70. Derselbe Autor referirt ibid. p. 33 von einem weiteren V-förmigen Bruch im unteren Viertel des rechten Unterschenkels. Das obere Fragment hatte die Haut von innen angespiesst, ohne dieselbe jedoch zu durchbohren. Reduction leicht. Retention mit dem Malgaigne'schen Stachel. Heilung mit einer leichten Adhärenz der Haut und ganz leichtem Vorstehen des oberen Fragmentes. Heilung in 9 Wochen.

Fall 71. Derselbe, ibid. p. 34. Patient, 39 Jahre alt, in der Mitte des linken Unterschenkels eine V-Fractur mit seitlicher Verschiebung der Fragmente erlitten. Grosse Beweglichkeit, schwierige Reposition. Entlassung am 15. Tage mit gut verlaufender Heilung.

Fall 72. Derselbe, ibid. p. 34. V-Fractur des rechten Unterschenkels im unteren Drittel bei einem 55 Jahre alten Manne. Heilung in 2 Monaten. Ganz leichte, schmerzlose Difformität.

Fall 73. Derselbe, ibid. p. 34. V-Fractur des rechten Unterschenkels bei einem 63jährigen Manne. Heilung in 3 Monaten. Das obere Fragment vorstehend und langsame Verknöcherung.

Fall 74—76. P. Piédallu fügt 4 weitere Fälle hinzu:

1. Patient von Nicaise, 1866. Mann von 34 Jahren fällt bei fixirtem linken Fuss und erleidet eine subcutane V-förmige Fractur der Tibia. Heilung. Nach 3 Monaten entwickelt sich eine subacute Osteomyelitis.

2. Mann, 60 Jahre alt, fiel 2 Stockwerke in einer Scheune herab auf Stroh. Beide Knochen des Unterschenkels brachen. Das obere Fragment der Tibia hatte die Haut und den Stiefel durchbohrt. Vom unteren Fragment ging ein Riss ins Fussgelenk und letzteres schwoll stark an. An 5 verschiedenen Tagen der 5 nächsten Wochen wurden Knochensplitter extrahirt, welche theils dem Malleolus int., theils dem Gelenk selbst angehörten. Am 48. Tage nach der Verletzung wurde das obere Fragment resecirt wegen eitriger Ostitis. Heilung in 4 Monaten. 4 Cm. Verkürzung, Gelenk sehr wenig beweglich. Der Bruch der Fibula heilte ohne Weiteres.

3. Fall von Gosselin, 1869. Ein 58jähriger Mann kam betrunken nach Hause und brach den rechten Unterschenkel. Das obere Fragment der Tibia durchbohrte die Haut und es musste die Amputation gemacht werden. Es hatten sich Muskeln zwischen die Fragmente interponirt. Die Fractur war spiralig. Der gerade Schenkel des oberen Fragmentes war 7 Cm. lang und die Spirale rechtsgewunden. Die Spitze des unteren Fragmentes befand sich $6\frac{1}{2}$ Cm. über dem Fussgelenk. Am oberen Fragment war keine Fissur vorhanden, wohl aber am unteren, und zwar verlief dieselbe in Rechtsspirale durch die Tibio-Fibulargelenkfläche nach hinten ins Fussgelenk hinein und umschrieb beinahe vollständig einen Tibiasplitter.

Der 4. Fall bietet nichts Besonderes.

Fall 77—79. Hodges hat ferner 3 Fälle von Spiralfractur der Tibia mitgetheilt. Im ersten Falle handelt es sich um eine 37 Jahre alte Frau, welche erst 13 Wochen nach ihrer Verletzung ins Hospital gekommen und in der Mitte des linken Unterschenkels amputirt worden war. Die Tibia zeigte eine rechtsspiralige Fractur zwischen mittlerem und unterem Drittel. Die Spiralensteigung betrug etwa 45°. Im unteren Fragment geht eine rechtsspiralige Fissur mit immer steilerer Steigung nach abwärts, gelangt an der Innenseite zur äusseren und hinteren, wo sie ziemlich steil ins Tibio-Fibulargelenk dringt. Dann setzt sie sich in eine quere Fissur fort, welche zum Malleolus int. geht. Von ihr geht eine zweite Fissur schräg in die Höhe. Sie würde den rautenförmigen Splitter gebildet haben, wenn sie höher hinaufgereicht hätte. Das Präparat befindet sich in Warren's anatom. Museum (Katalognr. 3689).

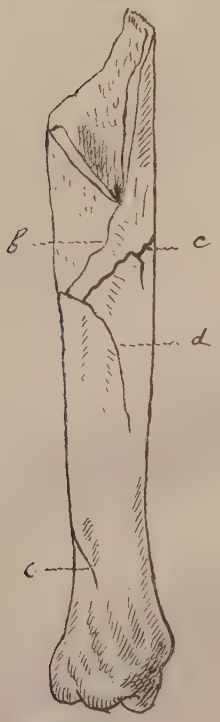
Der folgende Fall betrifft einen 44 Jahre alten Mann mit complicirter Fractur beider Knochen auf der rechten Seite, erzeugt durch den Hufschlag eines Pferdes. Primäre Amputation, Tod am 7. Tage.

Die Tibia zeigt im oberen Drittel eine linksspiralige Fractur, ausserdem sind jedoch noch 3 linksspiralige, getrennt von der Fractur verlaufende Fissuren und mehrere andere Spaltungen vorhanden (s. Fig. 32), Präparat des Warren'schen anatom. Museum.

Dritter Fall. Ein Mann war im Delirium 10′ tief zum Fenster hinausgestürzt und hatte eine complicirte Fractur der rechten Tibia erlitten. Primäre Amputation, Tod nach 24 Stunden.

Es fand sich eine typische linksspiralige Fractur in der oberen Hälfte der rechten Tibia vor. Von dem unteren Winkel des V ging eine Fissur nach abwärts, welche der Knochenstructur folgte. Eine zweite Fissur, ebenfalls der Knochenstructur entsprechend, befand sich auf der äusseren

Fig. 32.



Linksspiralige Fractur der Tibia mit linksspiraligen Fissuren nach Hodges. 1877.

Fig. 33.

Fig. 34.

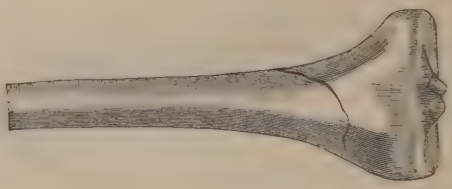


Fig. 35.

Längsfissur mit rechtsspiraliger Steigung in der Diaphyse der linken Tibia nach Hornridge. Präp. des St. Georg's Hospital Museum. Holmes' System of surg. Vol. II. p. 41.

Fläche. Sie reichte mit ihrem unteren Ende ganz nahe ans Fussgelenk heran, mit ihrem oberen blieb sie einige Centimeter von der eigentlichen Fractur entfernt. Präparat Nr. 3909 des Warren'schen anatom. Museum.

Fall 81 u. *82*. P. Bruns bildet in seinem Werke über Knochenbrüche vom Jahre 1882 auf S. 89 in Fig. 25 u. 26 eine spiralförmige Fissur der rechten Tibia in ihrem oberen Drittel ab, welche ein 47 Jahre alter Mann dadurch erhalten hatte, dass er in einer Steingrube verschüttet worden war. Er hatte schwere Kopfverletzungen und einen Schrägbruch des rechten Oberschenkels. Patient starb sehr bald. Am oberen Ende der

rechten Tibia befand sich eine nicht klaffende, feine Fissur, welche in rechtsgewundener Schraubenlinie um den Knochen herumlief. Ihre Länge betrug 17 Cm., die Höhe des von ihr durchlaufenen Gebietes 8 Cm. Anfang und Ende der Schraubenlinie lagen an der Innenseite des Knochens ziemlich genau übereinander (s. Fig. 33 u. 34). Offenbar ist diese Fissur durch Torsionsgewalt hervorgerufen.

Fig. 36.

Auf S. 88 desselben Werkes bildet Bruns in Fig. 23 eine spiralförmige Fractur der linken Tibia ab mit sehr starker rechtsspiraliger Steigung (s. Fig. 35).

Fall 82. Endlich findet sich bei P. Bruns in dessen Mittheilungen aus der chirurg. Klinik zu Tübingen. II. Heft. 1884. S. 229 ff. ein subcutaner Spiralbruch des unteren Endes der linken Tibia mit spiralförmiger Fissur ins Fussgelenk beschrieben und abgebildet.

Fig. 37.

Linksspiralige geheilte Fractur der rechten Tibia. Präp. No. 602 der Strassburger patholog.-anatom. Sammlung.

Patient, 34 Jahre alt, wurde von seinem Pferde zu Boden geworfen und dasselbe fiel ihm auf den Unterschenkel. Schienenverband. Am folgenden Tage Verfärbung des Gliedes und Gefühllosigkeit. Die Diagnose des Spiralbruches war trotz starker Schwellung durch die Haut zu stellen. Die Fibula war ebenfalls gebrochen. Am 3. Tage Brandblasen, Amputation und Heilung.

Der Bruch ist rechtsspiralig. Verticaler Schenkel 12 Cm. lang. Das Präparat zeigt das Lig. tibiofibulare zerrissen und die A. tib. post. und ant. nicht verletzt, so dass man die Gangrän durch directe Quetschung erklären muss. Grosses Blutextravasat. Fussgelenk mit Blut gefüllt (s. Fig. 36).

Fall 83. In der pathologisch.-anatom. Sammlung zu Strassburg befindet sich ein Präparat von geheilter spiralförmiger Fractur der rechten Tibia vor. Man kann trotz der hochgradigen Callusbildung jetzt noch dem Präparate ansehen, dass es sich um einen linksspiraligen Bruch desselben gehandelt hat (s. Fig. 37).

b) Fibula.

J. G. Maisonneuve ist der Erste gewesen, welcher im Jahre 1840 sowohl durch die Beobachtung am Krankenbett, als durch Experimente zu der Erkenntniss kam, dass die meisten Fracturen am unteren Ende der Fibula durch Torsionsgewalt zu Stande kommen. Er führt einen Ausspruch des berühmten Asteley Cooper an, welcher selbst eine solche Fractur erlitten hat. Cooper sagt, er habe seine Fibula gebrochen bei einem Fall auf die rechte Seite in dem Augenblick, wo der Fuss zwischen 2 Eisstücken festgehalten war.

Fall 84. Ferner erzählt Maisonneuve von einer Frau von 35 Jahren, welche eine Treppe hinunterstieg und dabei einen Fehltritt that, durch den sie einen Bruch der rechten Fibula und eine Schädelwunde erlitt, an welcher sie bald starb. Die Fragmente der Fibula zeigten eine schräg von oben hinten aussen nach unten vorn innen verlaufende Bruchlinie. Der vordere Rand der Fractur war 4 Cm. von der Spitze des Malleolus entfernt, der hintere 8 Cm. Aus dieser Beschreibung kann man ohne Weiteres herauslesen, dass es sich hier um einen linksspiraligen Bruch der rechten Fibula gehandelt hat, und Maisonneuve behauptet ganz richtig, die Fussspitze müsse im Moment der Verletzung gewaltsam nach aussen gewälzt worden sein. Durch letztere Torsion muss nämlich folgerichtig eine linksspiralige Fractur zu Stande kommen, wenn der Fuss festgestellt ist und der Körper gewaltsam nach innen gedreht wird, wie es bei Astley Cooper der Fall war. Maisonneuve nennt oben genannte Fibulafractur eine „Fracture par divulsion." Bei der gewaltsamen Rotation des Fusses nach aussen drückt der Talus die Fibula 1. von innen nach aussen und 2. von vorn nach hinten. Beide Bewegungen combinirt geben als Resultat die Torsion.

Wenn statt der Fractur zunächst eine Diastase der Tibia und Fibula durch Bänderzerreissung eintritt und die Gewalt nun weiter wirkt, so kommt schliesslich derselbe Mechanismus an der Fibula zu Stande. Dieselbe wird seilartig torquirt. Sind endlich sowohl die Bänder, als der Knochen der Fibula sehr widerstandsfähig, so kommt es zur Fractur der Tibia durch Torsionsgewalt. Sie bricht im mittleren Drittel, wie ein Stab, den man bricht. In diesem Falle befindet sich nunmehr die Fibula in derselben Lage, wie wenn die Ligamente zerrissen wären, und beim weiteren Drehen bricht sie nun im oberen Drittel. Dies kommt jedoch nur bei Greisen vor mit sehr zähen Bändern und brüchigen Knochen. Alle Fälle, welche Maisonneuve beobachtete, betrafen Kranke von 50—60 Jahren, und auch die Leichen mussten ältere sein, um diese Brüche experimentell zu erzeugen (s. Maisonneuve's Experimente weiter unten).

Malgaigne hat einen solchen Fall von spiralförmigem Bruch der rechten Fibula auf Taf. XVI in Fig. 4 seines Atlas abgebildet und in Bd. I S. 809 u. 814 beschrieben. Aus der Abbildung des Präparates, welches

von Maisonneuve herrührt, erkennt man die linksgewundene Spirale. Seit Maisonneuve's Arbeit ist die Fractur am unteren Ende der Fibula in zahlreichen Fällen genau beobachtet, abgebildet und in Präparaten anatomischer Sammlungen demonstrirt worden. Der einzige Punkt, auf den weder Maisonneuve, noch die späteren Chirurgen aufmerksam gemacht haben, ist die Windungsrichtung der Bruchlinie.

Zum Schluss möchte ich dem casuistischen Material noch einige nachträglich gefundene Fälle aus der Strassburger patholog.-anatom. Sammlung beifügen, welche mir von Herrn Prof. v. Recklinghausen bereitwilligst zur Verfügung gestellt wurden, wofür ich demselben hiermit meinen besten Dank ausspreche.

1. Präp. Nr. 558. Rechtsspiralige Rippenfractur (im Präp. 3. Rippe von oben).

2. Präp. Nr. 575. Rechtsspiralige consolidirte Fractur des linken Femur im oberen Drittel.

3. Präp. Nr. 580. Dieselbe Fractur dicht unter dem Troch. maj.

4. Präp. Nr. 585. Rechtsspiralige Fractur des linken Femur im oberen Drittel. Spirale ziemlich steil.

5. Präp. Nr. 589a. Rechtsspiralige nicht consolidirte Fractur des rechten Femur. Spirale sehr niedrig.

6. Präp. Nr. 596. Geheilte rechtsspiralige Fractur der linken Tibia in der unteren Hälfte.

7. Präp. Nr. 600. Rechtsspiraliger Bruch der linken Tibia (Knochen recht hart, Spirale ausgesprochen), zwei lange fast bis ins Fussgelenk reichende Fissuren mit spiraliger Windung.

8. Präp. Nr. 602a. Linksspiralige Fractur im unteren Drittel der rechten Tibia mit Callusbildung. Vom geraden Schenkel aus geht eine Längsfissur in das Fussgelenk. Gleichzeitige Fractur der Fibula 2 Cm. unter dem Capitulum.

Da der Katalog der Sammlung nichts Näheres über die soeben angeführten Präparate enthält, war es mir nicht möglich, dieselben unter das casuistische Material selbst aufzunehmen.

Bevor wir nun an die genauere Analyse der zahlreichen Fälle herangehen, erscheint es uns zweckmässig, zunächst dasjenige voranzuschicken, was uns das Experiment lehrt.

Experimente.

I. Historisches.

Die ersten Torsionsexperimente an den Röhrenknochen des menschlichen Skelets rühren von Campaignac her und datiren aus dem Jahre 1826 ff. Leider konnte ich mir die Originalarbeit Campaignac's nicht verschaffen und beschränke mich daher auf die betreffende Angabe bei Malgaigne T. I. p. 47. 1847, welcher berichtet, dass es Campaignac gelungen sei, eine unvollständige Fractur der Tibia und Fibula zu erzeugen, indem er das Bein der Leiche in einen

Schraubstock spannte und den Fuss und Unterschenkel gewaltsam nach aussen rotirte. Malgaigne fügt hinzu, es sei schwierig, auf diese Weise zum Ziele zu gelangen. Weder über die Verwindungsrichtung, noch über die Richtung der Bruchspirale ist ein Wort gesagt.

Maisonneuve führte 1840 seine Experimente am menschlichen Cadaver in ganz analoger Weise aus, wie Campaignac. Er liess das Bein festhalten und suchte nun seine Fibulafractur (s. Maisonneuve, Fall 84) dadurch herzustellen, indem er die Fussspitze nach aussen rotirte. Es gelang ihm, seine Fractur sowohl an der stehend gehaltenen, als an der horizontal gelagerten Leiche zu erzeugen, jedoch, wie schon oben erwähnt, meistens nur an sehr alten Individuen. Es ist im Uebrigen hinzuzufügen, dass Maisonneuve seine Experimente nicht etwa mit Rücksicht auf Erzeugung spiraliger Fracturen ausführte, sondern nur, um den Mechanismus der Fracturen am unteren Fibulaende überhaupt zu ergründen.

Wenngleich Malgaigne in seinem schon so oft citirten Werke über Knochenbrüche von speciellen, eigenhändig ausgeführten Torsionsexperimenten schweigt, so scheint er sich doch den Mechanismus der Torsionswirkung klar gemacht zu haben. Dafür spricht die auf p. 27 seines 1. Bandes vom Jahre 1847 befindliche Stelle, welche lautet: „*La torsion agit sur toute l'étendue d'un os et le brise généralement dans sa partie la plus faible; c'est donc toujours une cause indirecte. Elle vient en aide quelquefois à la pression; ainsi une forte pression sur le sternum fracture les côtes en les courbant et en les tordant tout ensemble. D'autrefois elle suffit seule, et bon nombre de fractures de l'extrémité inférieure du péroné ne reconnaissent pas d'autre cause.*“

Bouisson führte 1850 eine grosse Reihe von Experimenten aus zu dem bestimmten Zwecke, Längsbrüche in den langen Knochen zu erzeugen. Es gelang ihm dies dadurch, dass er die Knochen von rechts und links her stark zusammenpresste, oder, indem er sie auf den Boden legte und mit dem Hammer platt zu schlagen versuchte, oder endlich, indem er keilförmige Instrumente, resp. einen Meissel in der Längsrichtung aufsetzte und nun mit dem Hammer darauf schlug. Er sagt, es sei ihm gelungen, die Fasern der Knochen so von einander zu trennen, wie wenn man Holz spalte. Auf Taf. I und II seines Tribut à la chirurgie ou Mémoires sur divers sujets de cette science. Paris 1858 sind eine grosse Anzahl solcher in Knochen erzeugter Spaltungen abgebildet. Sie folgen meist der natürlichen Wachsthumstorsion des Knochens und tragen insofern spiraligen Charakter. Die Experimente Bouisson's sind ebenfalls durchaus nicht

etwa zur Klarstellung des Mechanismus bei spiraligen Brüchen ausgeführt, ebensowenig wie etwa die Spaltungen, welche unsere Urvorfahren der Steinzeit in den Knochen erzeugten, um das Mark derselben als Nahrungsmittel zu gewinnen.

Bourcy hat im Jahre 1855 an der menschlichen Leiche den Versuch gemacht, Spiralfracturen durch indirecte Gewalt, d. h. durch Torsionsmanöver hervorzurufen. Er gelangte jedoch zu keinem Resultat; sodann wandte er das Ueberfahren durch einen Wagen an und zwar von innen nach aussen. Fast jedesmal erhielt er Querbrüche, aber vielfach gingen lange Fissuren in die Fragmente hinein, und p. 30 seiner These führt er an, dass eine solche Fissur der Tibia die Form einer demie spirale gehabt habe. Selbstverständlich konnte Bourcy auf Grund dieser Versuche zu keiner klaren Einsicht in den Mechanismus der Spiralfracturen gelangen und so begnügt er sich damit, auf p. 15 seines Werkes die Frage aufzuwerfen: „*Ne pourrait-on pas expliquer le mécanisme de la fêlure spiroïde par la pression exercée dans le* V *par le fragment supérieur, agissant comme un coin, pression qui aurait fendu l'os en même temps qu'un mouvement de torsion était produit dans la jambe au moment de l'accident?*“

Die eben angeführte Fragestellung von Bourcy ist in gleicher Weise von seinem Lehrer Gosselin gemacht und, wenn auch fälschlich, bejahend beantwortet worden.

Die Experimente von Wilh. Koch über Torsionsfractur waren die ersten, welche über den Mechanismus dieser Bruchform Klarheit brachten.

Koch führte seine Experimente in der Weise aus, dass er das eine Ende des aus den Weichtheilen gelösten Knochens im Schraubstock befestigte und an dem anderen Ende mittelst einer Zange den Knochen gewaltsam torquirte. Er sagt, es sei ihm gelungen, rechtsspiralige Fracturen zu erzeugen, wenn er den Knochen nach rechts drehte, linksspiralige, wenn umgekehrt. Er stellte ferner fest, dass die Spiralform um so schärfer hervortritt, je spröder der Knochen ist. Junge menschliche Knochen ergaben jedoch auch typische Formen. Trat Splitterung auf, so konnte jedesmal durch Zusammenlegen der Splitter die Spirallinie wieder hergestellt werden. Die von Koch künstlich erzeugten Spiralbrüche gleichen vollkommen denjenigen Bruchformen, welche am lebenden Menschen und Thier vorkommen. Es bildet sich auch im Experiment sowohl die typische Längs-, als Spiralfissur, als auch der öfter erwähnte rautenförmige Splitter. Mit Recht können daher die Koch'schen Experimente auf wirkliche Krankheitsfälle angewendet werden, und Koch zeigte in der That entspre-

chende Präparate von Verletzungen des lebenden Menschen, welche Spiralbrüche erlitten hatten, vor. Es waren fast alle Schussfracturen mit spiralförmigen Bruchlinien, welche Koch in der Weise erklärt, dass er sagt, es führe der durch den Schuss Verletzte, ehe er hinfalle, in der Regel eine Rechts- oder Linksschwenkung des Körpers aus, und dadurch erhalte der Bruch seinen spiraligen Charakter.

In der Discussion zu diesem Vortrag erläuterte Filehne den Mechanismus der Spiralbrüche an Hohlcylindern und an röhrenförmigen Körpern, deren Oberfläche er in der Längsrichtung mit Fäden bespannt hatte. Wir beabsichtigen nicht, des Näheren auf diese Erläuterungen einzugehen, zumal wir weiter unten noch genauer auf ähnliche Torsionsexperimente zu sprechen kommen. Leider haben Koch und Filehne sich die Richtung der Verwindung nicht klar gemacht und deshalb kamen Beide zu den falschen Sätzen:

1. „bei Rechtstorsion entsteht eine rechtsgewundene,
2. bei Linkstorsion eine linksgewundene Fractur“,

während es sich in Wirklichkeit, wie auch aus den zahlreichen angeführten Fällen hervorgeht, gerade umgekehrt verhält, d. h.

bei Rechtstorsion entsteht eine linksgewundene Fractur und umgekehrt.

Wie kamen nun beide Autoren zu diesem Irrthum, den alle späteren und selbst P. Bruns gleichfalls begangen haben? — Antwort: Durch falsche Definition dessen, was man rechts- und linksgewunden nennt.

Wenn man nämlich einen Knochen „nach rechts herumdreht“, wie dies Koch gethan hat, so heisst dies nichts Anderes, als dass man eine linksspiralige Verwindung ausführt. An der Hand dieser richtigen Anschauung kommt man von selbst zu dem oben angeführten Satz. Die Spirale der Spiralfractur hat stets die umgekehrte und nicht die gleiche Richtung wie die Torsionsspirale.

Meines Wissens ist Raullet 1880 der Einzige, welcher dem genannten Irrthum entgangen ist.

Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, auf die Unzweckmässigkeit eines anderen Ausdruckes, welcher zur Andeutung der Windungsrichtung einer Spirale, wie der unserigen, vielfach angewendet wird, aufmerksam zu machen. Es ist dies die oft geübte Redeweise, dass man sagt: „Diese oder jene Spirale verläuft mit oder gegen den Zeiger der Uhr.“ So zulässig dieser Vergleich bei Spiralen sein mag, welche in ein und derselben Ebene verlaufen (z. B. Uhrfederspirale), kurz bei Flächenspiralen, so unrichtig ist diese Ausdrucksweise für die uns hier allein interessirende Raumspirale. Letz-

tere entsteht erst dann, wenn das Zifferblatt der Uhr gleichzeitig mit der Bewegung des Uhrzeigers eine fortschreitende Bewegung ausführt. In dem Falle, wo das Zifferblatt der Uhr sich dem Auge des Beobachters nähert, beschreibt der „rechtsherumlaufende" Zeiger eine linksgewundene Spirale; wird hingegen das Zifferblatt von dem Auge des Beobachters entfernt, so beschreibt derselbe „rechtsherumlaufende" Zeiger eine rechtsgewundene Spirale. Die Definition von links- und rechtsgewunden kann also mit dem Uhrzeiger überhaupt nur dann genau gegeben werden, wenn man gleichzeitig die Art der fortschreitenden Bewegung genau hinzufügt.

Um noch einmal kurz auf Koch's Experimente zurückzukommen, sei beiläufig erwähnt, dass er bei der gewaltsamen Verwindung gleichzeitig noch andere Gewalteinwirkungen zur Geltung kommen liess, so z. B. wurde gleichzeitig mit der Torsion ein Hammerschlag in der Längsrichtung des Knochens ausgeführt. In anderen Versuchen versetzte Koch während der Verwindung der Diaphyse des Knochens einen Schlag senkrecht zur Längsrichtung auf denselben.

Die von A. A. Rauber in dessen Werke vom Jahre 1876 mitgetheilten Experimente über die Torsionsfestigkeit der Knochen haben für das Thema unserer Arbeit keine Bedeutung und können deshalb übergangen werden.

Gosselin hat, wie aus seiner Arbeit vom Jahre 1876 hervorgeht, den Versuch gemacht, Torsionsfracturen zu erzeugen, ist jedoch zu keinem Resultat gelangt. An lebenden Thieren konnte er ebensowenig wie am menschlichen Cadaver Spiralbrüche experimentell hervorrufen. Seine frühere Ansicht, dass Muskelkräfte den Knochen theils biegen, theils torquiren und Spiralfracturen erzeugen können, wurde durch eben diese negativen Versuche bestärkt. Er schreibt jedoch auch dem Körpergewicht Bedeutung zu.

Hönigschmied, Deutsche Chirurgie. Bd. VIII. 1877. S. 254 u. 256, hat zum Zwecke der Prüfung der Bänder am Fussgelenk den Fuss nicht allein flectirt und extendirt, sondern auch nach innen und aussen rotirt. Bei den zwei letztgenannten Manipulationen erhielt er Folgendes:

„... beim Einwärtsdrehen des linken Fusses blieben die Bänder sowohl im Sprung- als auch im Chopart'schen Gelenk vollkommen unversehrt; dagegen war der Mall. ext. abgebrochen. Der Bruch verlief schräg von unten und hinten nach vorn oben und innen und setzte sich entlang dem oberen Rande des Lig. tibio-fib. ant. in das Schienbein fort, welches bis zur Mitte des Unterschenkels spiralig abgedreht erschien." (Linksspiraliger Bruch.)

Weiter sagt Hönigschmied: „In 12 Fällen beim Auswärtsdrehen traten Fracturen am unteren Ende des Wadenbeins ein. Die Richtung der Bruchlinie ist eine Spirale."

O. Messerer theilt in seiner ausführlichen, lehrreichen Arbeit über Elasticität und Festigkeit der menschlichen Knochen S. 72—86 unter Anderem auch eine grosse Zahl von Torsionsversuchen mit, zu deren Ausführung er eine ausserordentlich kräftige und sicher wirkende Torsionsmaschine anwandte. Aus der Abbildung dieser Maschine auf Taf. IV, Fig. 1 ergiebt sich, dass sämmtliche Experimente sowohl an den Knochen der rechten, als an denjenigen der linken Körperhälfte in linksspiraligem Sinne ausgeführt wurden. Der Bruch erfolgte meist plötzlich unter starkem Krachen an der Stelle des schwächsten Querschnitts. Es gelang Messerer unter Anderem auch, einen unvollständigen Bruch und zwar der Ulna zu erzeugen. Die Spirallinie war fertig gebildet, der Längsspalt erst angedeutet und zwar von dem oberen Ende nach abwärts gehend. Das Präparat ist auf Taf. XV, Fig. 9 genannten Werkes abgebildet.

Auch Messerer lässt, wie Koch und Filehne, irrthümlicherweise die Spirallinie und die Windungsrichtung gleichgerichteten Verlauf haben.

Wenn man die zahlreichen Zahlentabellen in Messerer's Arbeit auf S. 74 ff. näher ins Auge fasst, so hat es den Anschein, als bedürften die Knochen der linken Körperhälfte einer verhältnissmässig grösseren Kraft, um den Torsionsbruch zu erleiden, als die Knochen der rechten Körperhälfte. Lehrreich sind in dieser Beziehung besonders die Zahlen in den Versuchen 9 u. 10 auf S. 74 (Humerus), ferner in Vers. 47 u. 48 S. 79 (Femur), Vers. 50 u. 51 S. 80 (Tibia), Vers. 52 u. 53 S. 80 u. a.

Ich glaube mit Recht annehmen zu dürfen, dass die bedeutenden Differenzen in diesen Zahlen sich dadurch erklären lassen, dass den Knochen eine natürliche Wachsthumstorsion nach Prof. E. Fischer zukommt, und zwar erklärt sich dies in folgender Weise.

Wie schon mitgetheilt, hat Messerer seine Versuche rechts und links alle in demselben Sinne, linksspiralig, angestellt. Die Knochen der rechten Körperhälfte, welche im Allgemeinen linksspiraliges Wachsthum besitzen, werden bei linksspiraliger Verwindung gleichsam noch mehr in demselben Sinne gedreht, zusammengeschraubt. Die Grenze der Verwindungsgewalt bis zum Bruch des Knochens wird somit verhältnissmässig eher erreicht werden, als bei den entsprechenden rechtsspiralig gewachsenen Knochen der linken Körperhälfte, deren einzelne Knochenfasern bei derselben, linksspiraligen

Verwindung gewissermaassen aufgeschraubt werden, eine Entspannung erfahren und zum definitiven Bruch entschieden mehr Gewalt bedürfen. Wollte man einen genauen Vergleich nach dieser Richtung hin zwischen rechts und links ausführen, so müsste man natürlich die Knochen der rechten Körperhälfte im umgekehrten Sinne torquiren, wie die der linken.

Féré hat in seiner Arbeit vom Jahre 1881 eines einzigen Torsionsexperimentes Erwähnung gethan, welches er in Gemeinschaft mit Raullet ausgeführt hat. Beide erhielten an der Tibia einer 54 Jahre alten, weiblichen Leiche bei der Torsion derselben den öfters erwähnten rautenförmigen Splitter.

Endlich müssen wir noch erwähnen, dass P. Bruns in seinem Werke über Knochenbrüche vom Jahre 1882. Bd. I. S. 97 ff. auch von Experimenten spricht, welche er selbst ausgeführt hat. Er hat an der intacten Leiche gewaltsame Drehungen des Oberarmes und Oberschenkels mittelst des rechtwinklig gebogenen Vorderarmes, resp. Unterschenkels, die als Torsionshebel dienten, ausgeführt. Auf diese Weise gelang es wiederholt, Torsionsbrüche zu bewirken, wenn auch öfters Bänderzerreissungen und Luxationen zu Stande kamen.

Auch P. Bruns liess die Torsionsrichtung rechts verlaufen, wenn die „Zangendrehung" nach rechts ging.

II. Eigene Experimente.

Wenn man irgend einen stabförmigen, cylindrischen oder prismatischen, geraden oder gebogenen spröden Körper um seine Längsaxe verwindet, torquirt, so ist man im Stande, bei Anwendung der nöthigen Gewalt einen unvollständigen oder vollständigen Bruch dieses Körpers zu erzeugen. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob der Körper hohl oder solide ist. Sieht man sich die Bruchlinie genauer an, so wird man alsbald finden, dass dieselbe in der Mehrzahl der Fälle aus 2 Schenkeln besteht, nämlich

1. einem spiralförmigen Schenkel, welcher sich mit einer Spiralensteigung von etwa 45° an dem cylindrischen oder prismatischen Körper herumwindet, und dessen Windungsrichtung der Richtung der Torsionsverwindung gerade entgegengesetzt ist;

2. einem geraden Schenkel, welcher die beiden Enden der spiralförmigen Linie mit einander verbindet.

Machen wir dies zunächst an einigen Beispielen klar:

a) Man nehme eine gewöhnliche käufliche Stearinkerze in beide Hände und torquire dieselbe um ihre Längsaxe mit einer ziemlichen Gewalt, so wird mit einem plötzlichen Ruck ein Bruch in derselben

entstehen, welcher die unter 1 und 2 angegebenen Charaktere in typischer Weise zeigt.

b) Man nehme einen Glasstab oder eine Glasröhre, erhitze dieselbe über der Gasflamme an einer bestimmten Stelle, alsdann torquire man sie in ähnlicher Weise, wie die Stearinkerze, und lasse auf die erhitzte Stelle ein Tröpfchen Wasser aufträufeln. In dem Moment, wo der Wassertropfen das heisse Glas trifft, entsteht ein Spiralbruch in demselben, und auch dieser Bruch hat die genannten typischen Eigenschaften.

Dieses Experiment nun führt uns zugleich in der Erkenntniss über die Entstehungsart des spiralförmigen Bruches einen weiteren Schritt vorwärts.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises, dass der Sprung in dem Glase zunächst an derjenigen Stelle auftreten wird, wo der Wassertropfen aufgefallen ist, und dass derselbe sich von da aus weiter durch das Glas verbreitet hat. Bei genauerem Zusehen findet man nun regelmässig, dass der Wassertropfen, resp. die zahlreichen, sehr kleinen, sternförmig gruppirten Risse in dem Glase, die an der Stelle entstehen, wo der Wassertropfen eben aufgefallen ist, sich nie in dem geraden Schenkel des Spiralbruches, sondern sich stets auf dem spiralig verlaufenden Schenkel befinden. Weiterhin ist in hohem Grade interessant, zu beobachten, dass er sich ziemlich genau auf der Mitte der spiralförmigen Bruchlinie befindet.

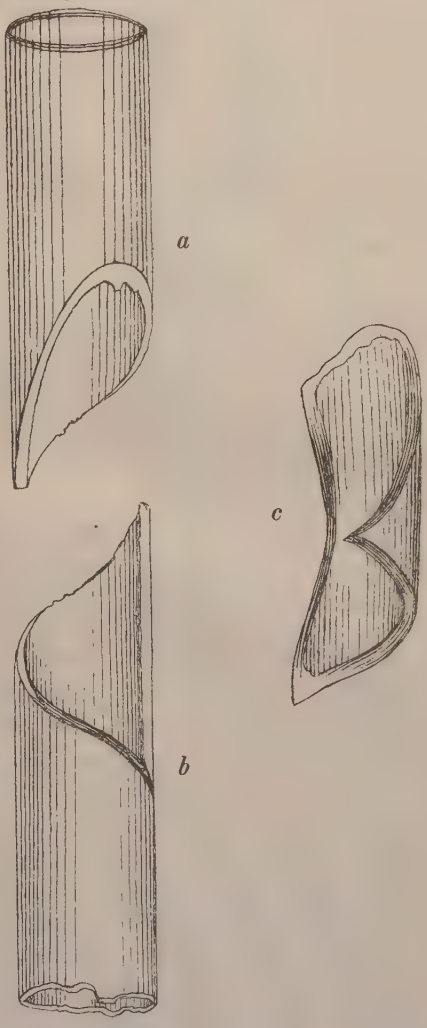
Welcher Schluss lässt sich hieraus ziehen?

Antwort: Dass der Riss in dem Glase stets in der Mitte der spiralförmigen Bruchlinie seinen Anfang nimmt, sich von hier nach oben und unten in etwa gleicher Spiralensteigung fortpflanzt, und dass erst in zweiter Linie der gerade Schenkel des Spiralbruches hinzukommt. Der letztere wird sich in dem Moment am leichtesten bilden können, wo 2 Punkte der Spirallinie senkrecht über einander stehen, d. h. wenn die Spirallinie in einer vollen Tour um die Glasröhre herumgelaufen ist. In der That findet man die obere und untere Ecke, in welcher sich der gerade und spiralförmige Schenkel treffen, ziemlich genau an entgegengesetzter Seite liegen von dem aufgefallenen Wassertropfen aus. Von letzterem ausgehend hatte sich also der spiralige Schenkel nach oben und unten in je $^1/_2$ Tour fortgepflanzt. Denkt man sich die Enden des spiralförmigen Schenkels senkrecht übereinanderliegend, so bedarf es zum Zustandekommen des geraden Schenkels weiter nichts, als einer Aufbiegung der Glasröhre in einer geraden Linie, parallel der Längsaxe.

Einige Varietäten.

a) Der spiralförmige Schenkel kann sich nach oben und unten noch weiterhin fortsetzen, so dass er insgesammt 1½—2 mal um die Glasröhre herumläuft. In der Regel wird man in solchen Fällen finden, dass die Spiralensteigung nach und nach zunimmt, d. h. der Winkel, in welchem die Spirale ansteigt, wird immer grösser als 45°, und derselbe kann sogar schliesslich eine der Glasröhre ziemlich längsverlaufende Richtung annehmen (Steigung von etwa 90°).

Fig. 38.



a Oberes Fragment des im Glase erzeugten Spiralbruches. *b* Unteres Fragment. *c* Rautenförmiger Splitter.

b) Der gerade Schenkel des Spiralbruches kann sowohl unvollständig zu Stande kommen, d. h. von dem einen Ende der Spirallinie ausgehen, ohne das andere Ende zu erreichen, oder aber er setzt sich sogar nach oben und unten über die Enden der Spirallinie fort. Ferner kann es vorkommen, dass statt nur eines geraden Risses im Glase deren zwei parallel unter sich verlaufende Risse entstehen. Reichen letztere nach oben und unten bis an die Spirallinie heran, so fällt ein rautenförmiges Stück (rhombenförmiger Splitter) aus der Glasröhre heraus (s. Figg. 38 *a*, *b*, *c*).

Die soeben erwähnten Experimente werden um so gleichartigere, regelmässigere Spiralbrüche erzeugen,

1. je gleichartiger die Substanz ist, mit welcher man experimentirt;

2. je exacter torquirt wird ohne knickende Gewalt;
3. je gerader an sich das zu brechende Material ist.

Ich hatte deshalb den Versuch gemacht, bei den Torsionsexperimenten am Glase die Gewalteinwirkung mit der Hand auszuschalten, da man ja kaum im Stande ist, eine reine Torsion auszuführen, ohne gleichzeitig unbewusst eine biegende Gewalt hinzuzufügen. Diesen Versuch führte ich in der Weise aus, dass ich die Glasröhre an beiden Enden in genau horizontaler Lage unterstützte und eine Schnur rund um dieselbe an beiden Enden umwickelte, an deren Enden ich Gewichte anknüpfte. Auf diese Weise wäre es ja auch möglich gewesen, unter Anwendung schwererer oder leichterer Gewichte Spiralbrüche von verschiedener Spiralensteigung zu erhalten. Leider konnte ich jedoch auf diesem Wege bisher zu keinen genaueren Resultaten gelangen, die übrigens für vorliegende Arbeit weniger Bedeutung haben. Damit reine Spiralfracturen zu Stande kommen, ist es ferner nothwendig, dass die zu brechende Substanz spröde sei. Nimmt man z. B. nicht ganz dürres Holz oder angewärmten Siegellack und macht mit diesen Torsionsversuche, so dehnen sich dieselben im Sinne der Verwindung und der Bruch erfolgt schliesslich gleichgerichtet mit der Torsionsrichtung, homodrom.

Nach diesen Vorversuchen an nicht organisirtem Material ist es nöthig, auch nachzusehen, was das Experiment an menschlichen und thierischen Knochen ergiebt.

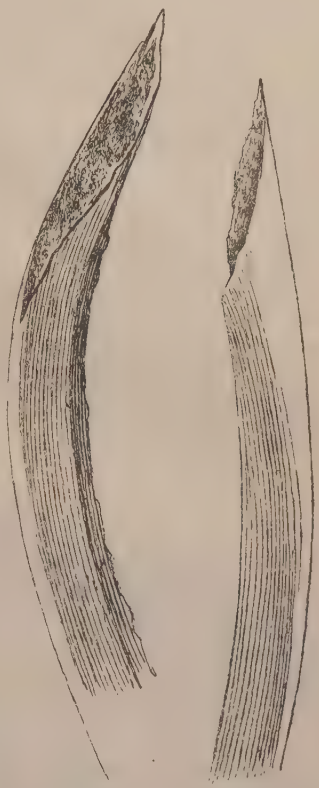
I. Versuche an herauspräparirten, getrockneten Knochen.

1. Rippen.

Wenn man menschliche oder thierische Rippen mit den Händen gewaltsam torquirt, so brechen dieselben stets in typischem Spiralbruch, d. h. bei linksspiraliger Verwindung tritt eine rechtsspiralige Fractur ein und umgekehrt. Der Versuch lässt sich mit der ersten, wie mit allen übrigen 11 Rippen in der gleichen Weise ausführen. Freilich muss erwähnt werden, dass der gerade Schenkel des Bruches in der Regel nicht genau in der Längsaxe der Rippen liegt, sondern in schräger Richtung von der oberen zur unteren Kante verläuft. Die Ursache für dieses Verhalten ist darin zu finden, dass die Rippen ziemlich platte Knochen sind, und dass es infolge davon bereits zur Erzeugung des geraden Schenkels kommt, ehe der Spiralschenkel eine vollständige Tour beschrieben hat. Letzterer erreicht selten eine grössere Länge, als einer halben Tour entspricht. Je reiner man obigen Versuch ausführt, d. h. je peinlicher man bei der Verwindung die biegende, knickende Gewalt ausschaltet, um so steiler fällt die Spi-

ralensteigung aus, um so länger wird die ganze Bruchfläche (s. nebenstehende Fig. 39 *a* u. *b*). Fügt man absichtlich, wie ich dies häufig gethan, zu der verwindenden Gewalt eine biegende hinzu, um so weniger steil wird die Spirale, um so mehr nähert sich der Spiralbruch dem Querbruch.

Fig 39, *a* u. *b*.



Linke Rippe in linksspiraligem Sinne torquirt, mit möglichster Ausschaltung von knickender Gewalt. Sehr steile Spiralensteigung.

Für die grössere oder geringere Steilheit des Spiralbruches kommt jedoch auch noch ein anderer Factor ins Spiel. Die Rippe hat ja gegenüber der Stearinkerze und dem Glascylinder ihre eigenartige Wachsthumsdrehung. Die rechten Rippen sind in linksspiraligem, die linken in rechtsspiraligem Sinne torquirt. Nehmen wir den Fall an, dass bei unserem Experimente eine rechte Rippe gewaltsam in rechtsspiraligem Sinne torquirt wird, so dass also ein linksspiraliger Rippenbruch entsteht, so wird in diesem Falle die Spirale des Bruches steiler ausfallen, als wenn man an derselben rechten Rippe unter gleichen Verhältnissen eine rechtsspiralige Fractur erzeugt haben würde. Die linksspiralige Fractur wird nämlich von der linksspiraligen Wachsthumstorsion in der Weise beeinflusst, dass sie sich der Steigung dieser nähert, und da die Wachsthumsspirale eine sehr steile Steigung besitzt, so wird die Bruchspirale an sich steiler ausfallen, als wenn keine weitere Beeinflussung vorhanden wäre. Sowohl von dem homodrom, wie von dem antidrom verlaufenden Spiralbruch jeder Rippe können sich Fissuren weiter im Knochen fortsetzen, welche theils vom geraden, theils vom spiraligen Schenkel ausgehen. Erstere werden, wenn sie einigermaassen lang sind, der natürlichen Wachsthumstorsion folgen und insofern ebenfalls spiraligen Charakter tragen.

2. Clavicula.

Um eine herauspräparirte Clavicula eines erwachsenen Menschen zu brechen, muss man eine beträchtliche Gewalt anwenden, wie dies

Rauber und Messerer in den citirten Arbeiten beschreiben. Dahingegen gelingt es mit grosser Leichtigkeit, die herauspräparirte Clavicula von Kindern, Säugethieren, ferner die Clavicula posterior der Vögel in typischer Weise spiralig zu brechen, indem man sie an beiden Enden mittels einer Zange, Zahnzange oder Nussknackers fasst und verwindet. Die Brüche haben so sehr alle Charaktere des regelrechten Spiralbruches, dass es kaum nöthig ist, auf dieselben näher einzugehen. Nimmt man frische Knochen des menschlichen Fötus oder Neugeborenen, so liegt die Sache insofern anders, als man homodrome Spiralbrüche erhält, welche in analoger Weise zu Stande kommen, wie die Brüche an nicht dürrem Holz oder an einer erwärmten Siegellackstange. Lässt man dagegen diese Knochen erst trocknen und dadurch spröde werden, so brechen sie wie diejenigen des erwachsenen Menschen.

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auch beim Schlüsselbein, wie bei den Rippen und allen anderen langen Knochen die Wachsthumstorsion die entsprechende Rolle spielt.

3. Humerus.

Auch hat man, um den herauspräparirten Humerus des erwachsenen Menschen durch Torsion zu brechen, eine Torsionsmaschine nothwendig, welche mir bei meinen Versuchen nicht zu Gebote stand. Wählt man statt dessen den Humerus kleiner Säugethiere (Katze, Hund, Hase, Kaninchen), ferner denjenigen von Vögeln, so kann man mit Hülfe einer Zange mit Leichtigkeit einen echten Spiralbruch erzeugen. Derselbe entsteht in der Regel etwas unterhalb der Mitte des Knochens.

4. Vorderarmknochen.

Der Radius und die Ulna des erwachsenen Menschen sind gleich dem Humerus so stark, dass man mit Hülfe der Hände nicht im Stande ist, jeden einzelnen Knochen im herauspräparirten Zustande durch Torsion zu brechen. Auch hier musste ich meine Zuflucht zu den Vorderarmknochen kleiner Thiere nehmen, bei welchen ich in allen Fällen typische Spiralbrüche erhielt.

5. Oberschenkelknochen.

Dass hier mit den Händen allein am herauspräparirten Femur nichts auszurichten sei, versteht sich fast von selbst. Um das Oberschenkelbein aber dennoch zu brechen, verfuhr ich in Ermangelung einer Torsionsmaschine folgendermaassen.

Ich befestigte das untere Ende des Knochens in einem Schraubstock und band über den Trochanter, Schenkelhals und Schenkelkopf in querer Richtung zur Längsaxe des Knochens mittelst eines Strickes eine starke, lange Holzlatte so fest auf, als irgend möglich. An dem einen Ende der Latte brachte ich alsdann Gewichte an und erzeugte eine linksspiralige Verwindung des Knochens. Bei einer Belastung von etwa 20 Kgrm. brach plötzlich der Knochen in seinem oberen Drittel mit sehr lautem Knall auseinander. — Es war ein rechtsspiraliger Bruch entstanden. Der rautenförmige Splitter flog einige Meter durch die Luft.

Verwindet man den Oberschenkelknochen kleiner Thiere mit Hülfe von Zangen, so kommt regelmässig die typische Spiralfractur zu Stande, und zwar sitzt dieselbe gewöhnlich im oberen Drittel der Diaphyse. Beim Femur Neugeborener war es mir möglich, mittelst der Hände den Knochen spiralig, und zwar antidrom zu brechen, woraus hervorgeht, dass die grossen, langen Knochen beim Neugeborenen (Femur und Tibia) schon hinreichend spröde sind, um typisch spiralig zu brechen, während die kleineren Knochen (Humerus, Radius und Ulna) erst nach und nach diesen Grad von Sprödigkeit erlangen.

6. Unterschenkelknochen.

Für die Tibia gilt dasselbe, was für das Femur gesagt worden ist. Die Fibula kann man mittelst einer starken Zange brechen und erhält auch hier die prachtvollsten Spiralfracturen.

II. Versuche an der intacten Leiche.

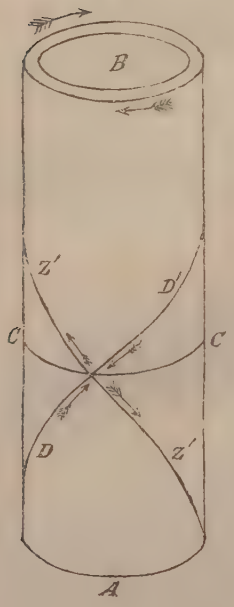
An der Leiche lässt sich das Experiment betreffs des Spiralbruches etwas leichter ausführen, da man z. B. für den Humerus am rechtwinklig gebeugten Vorderarm, an der Hand u. s. w. immer einen genügenden Hebelarm hat. Beim Humerus kam allerdings eher eine Luxation zu Stande, als eine Fractur. Das Femur konnte ich auch nicht brechen, weshalb ich nach Koch neben der Torsion noch einen kräftigen Hammerschlag anwandte, wodurch der Knochen zum Brechen kam. Alle Knochen brachen typisch spiralig, und zwar antidrom. Zum Experiment hatte ich mir eine alte weibliche Leiche ausgewählt.

Aus den zahlreichen aufgezählten Experimenten geht hervor, dass der Verlauf des Spiralbruches stets die entgegengesetzte Richtung der Verwindung besitzt. Wie erklärt sich dies?

Ich glaube, dass man mit Recht der von Dr. phil. Biermann gegebenen Erklärung folgen darf.

In Fig. 40 ist ein Hohlcylinder abgebildet, dessen unteres Ende *A* feststeht, während das obere *B* im Sinne der eingezeichneten Pfeile, d. h. in linksspiraligem Sinne verwunden wird, wie dies die Linie *ZZ'* andeutet. In der Richtung dieser Linie findet bei der Torsion die stärkste Spannung in den einzelnen Theilchen des Cylinders statt. Kommt es schliesslich zum Bruch an irgend einer Stelle, so wird die Bruchlinie natürlich eine quere Richtung zu den gespannten Theilchen an dieser Stelle einnehmen, sie wird senkrecht auf den Linien stärkster Spannung stehen und somit die Richtung der Linie *DD'* einnehmen. Nachdem der erste kleine Riss entstanden ist, werden durch die Nachgiebigkeit an dieser Stelle durch das weitere Verwinden des Cylinders rechts und links neben dem Riss Stellen stärkster Spannung entstehen, welche nunmehr auch quer, d. h. senkrecht zu *ZZ'* zerrissen werden. Es ist klar, dass somit bei linksspiraliger Verwindung eine rechtsspiralige Bruchlinie hervorgerufen werden muss, und da fernerhin nach mathematischen Gesetzen die Punkte stärkster Spannung zusammen auf einer Linie liegen, welche um 45° gegen die Cylinderaxe geneigt ist, so muss dasselbe bei den spiralförmigen Brüchen der Fall sein. Die Erklärung, welche Koch und Filehne in der Berliner klin. Wochenschrift 1874 von dieser Sache gegeben haben, stimmt mit der eben angeführten ungefähr überein.

Fig. 40.



Pathogenese und Aetiologie des Spiralbruches.

Der Spiralbruch ist stets ein indirecter Bruch. Jeder Spiralbruch ist im Allgemeinen durch verwindende Gewalt erzeugt, und zwar der rechtsspiralige Bruch durch eine linksverwindende, der linksspiralige Bruch durch eine rechtsverwindende Kraft. Ausserdem aber kann ein Spiralbruch entstehen, indem z. B. irgend ein Schlag in der Längsrichtung, das keilförmige Eindringen eines Knochenvorsprungs in den benachbarten Knochen (Tibia und Femur), wie dies unten noch genauer auseinandergesetzt werden wird, die spiralige

Knochenstructur alterirt und die einzelnen Knochenfasern von einander trennt.

Dass die im Allgemeinen für Fracturen der Knochen prädisponirenden Momente: Alter, nervöse Störungen, Tabes dorsalis, Mal perforant (Raullet) u. s. w., auch für die Spiralfractur ihre besondere Bedeutung haben, versteht sich von selbst.

Die geschilderten Krankheitsfälle und Präparate, im Ganzen 84 an der Zahl, bieten uns für die specielle Entstehung jedes einzelnen Bruches, für dessen Aetiologie, Anhaltspunkte genug, um eine einheitliche Schilderung der Entstehungsursache zu entwerfen. Freilich sind über die Spiralfracturen der Rippen und des Schlüsselbeins nur sehr dürftige Angaben zu finden. Letztere werden jedoch durch die Experimente in der Weise vervollständigt, dass auch sie verwerthbar sind. Wir haben bereits schon früher genauer erläutert, wie man sich bei der Erzeugung der Rippen- und Schlüsselbeinbrüche eine torquirende Gewalt vorstellen kann.

Gehen wir auf die langen Knochen der Extremitäten über, so finden wir die veranlassenden Momente für die Spiralbrüche viel ausführlicher erwähnt. So heisst es in dem einen Falle, das Glied sei von einer in Bewegung begriffenen Maschine, Transmissionsriemen oder von einem Wagenrad erfasst und um seine Längsaxe gedreht worden. Weiterhin heisst es, der ganze Rumpf habe durch eine kräftige Axendrehung (Kegelschieben, Abladen von Baumstämmen, Sturz auf die Beine (mit Bewegung und Drehung) den Bruch hervorgerufen. In noch anderen Fällen ist die torquirende Gewalt etwas weniger zu erkennen gewesen, indem andere Gewalten, welche eine Abknickung, Biegung oder Zusammenpressung des Knochens erzeugten, mehr in den Vordergrund getreten sind, wie dies z. B. beim Verschüttetwerden durch eine einstürzende Mauer, beim Herabstürzen von der Treppe u. s. w. der Fall ist.

Eine weitere Veranlassung zur Entstehung von Spiralbrüchen sind, wie schon oben erwähnt, die Schussverletzungen. Gegenüber der Ansicht von Koch, dass die Spiralbrüche bei Schussverletzungen zu Stande kämen infolge einer Links- oder Rechtsschwenkung des Rumpfes im Momente des Auftreffens des Projectils, hat Bornhaupt eine andere Theorie über diese Frage aufgestellt, welche er auf dem im Jahre 1880 zu Berlin abgehaltenen Chirurgencongress zum Vortrag brachte. Er meint, das Geschoss treffe beispielsweise die Condylen, Trochanteren oder Tuberkel eines langen Knochens, und nun werde durch die Gewalt des Aufschlagens des Projectiles an einer solchen Stelle eine gewaltsame Rotation des ganzen Knochens herbeigeführt und

so der Spiralbruch erzeugt. Bornhaupt behauptet, diesen genannten Effect experimentell nachmachen zu können.

Zur Uebersicht über die verschiedenen ätiologischen Momente für den Spiralbruch diene folgende kleine Tabelle, welche aus den angeführten, verwerthbaren Fällen zusammengestellt ist.

Leider liegen nur über die Spiralfracturen des Humerus, Femur und Tibia sichere ätiologische Angaben vor.

Arten der Verletzung	Zahl der Spiralfracturen am			
	Humerus	Femur	Tibia	
Fall auf den Boden	—	12	10	22
Maschinengewalt	2	—	—	2
Schuss	—	9	—	9
Drehung des Rumpfes	1	—	—	1
Verschüttetwerden	1	—	3	4
Ueberfahrenwerden	1	1	1	3
Steinwurf	—	—	1	1
Hufschlag	—	—	1	1
Hineingerathen in die Speichen eines Wagens	—	2	—	2
Hängenbleiben zwischen den Schienen der Eisenbahn	—	—	2	2
Einrichten einer Luxation	—	1	—	1
Auflegen eines Fusses auf das Knie der anderen Seite	—	2	—	2
	5	27	18	Sa. 50

Die bis jetzt angeführten ursächlichen Momente bringen alle einen mehr oder weniger typischen Spiralbruch zu Stande. Nun giebt es aber, wie schon erwähnt, noch Spiralbrüche, welche nicht auf den ersten Blick als solche zu erkennen sind, so namentlich viele Längsbrüche, welche der Wachsthumstorsion folgen und wiederum ihre ganz specielle Ursache haben. So wird z. B. das keilförmige Eindringen des Vorsprunges der Ulna in dem Ellenbogengelenk zwischen die Gelenkhöcker des Humerus bei einem Fall auf den Ellenbogen im Stande sein, die Gelenkhöcker des Humerus auseinanderzudrängen und von da aus einen Längsspalt in der Diaphyse des Humerus zu erzeugen, welcher, da er meistens der Wachsthumstorsion folgt, ebenfalls spiraligen Charakter besitzt.

In gleicher Weise verhält es sich in den Fällen, wo beim Schenkelhalsbruch der Trochanter major durch das Eindringen des spitzigen Schenkelhalses auseinandergedrängt wird. Ein Schlag auf das Knie kann unter Umständen die Condyli fem. auseinandersprengen und eine

Längsfissur mit spiraligem Charakter in der Diaphyse des Oberschenkelbeines erzeugen u. s. w.

Obwohl eigentlich nicht bei der Aetiologie der Spiralbrüche zu erwähnen, sei zum Schluss beiläufig angeführt, dass auch die zahlreichen Spalten, welche die herauspräparirten Knochen während ihres Austrocknens erfahren, in der Regel spiraligen Charakter an sich tragen, indem sie der Wachsthumstorsion entsprechend verlaufen.

Symptome des Spiralbruches.

1. In vielen Fällen von Spiralfractur hört der Kranke in dem Augenblicke, wo der Bruch erfolgt, ein mehr oder weniger lautes Krachen, was übrigens auch bei anderen Brucharten zuweilen vernommen wird.

2. Oefters können bei einfachem Bruch die Bruchlinien durch die Haut und Weichtheile gefühlt werden, wie z. B. in Fall 82 (P. Bruns). Nähere Angaben sind über diesen Punkt nicht gemacht, da man bisher wenig auf die Spiralbrüche geachtet hat.

3. In den meisten Fällen ist der Spiralbruch complicirt.

4. Man findet ferner bei einfacher, wie complicirter Spiralfractur neben sehr schrägem Verlauf der Bruchlinien sehr häufig einen einzigen grossen Knochensplitter vor. Bei sonstigen Splitterbrüchen haben wir fast ausschliesslich mehrere Splitter.

5. Die Kranken empfinden intensive Schmerzen nicht nur im Verlauf der abtastbaren Bruchlinien, sondern auch weiter auf- und abwärts. Uebt man dies- und jenseits der Bruchflächen einen Druck mittelst des Fingers an zahlreichen Stellen der Diaphyse aus, so steigern sich diese Schmerzen bis zum Unerträglichen. Sie sind ein Symptom, welches bei den Querbrüchen und gewöhnlichen Schrägbrüchen, die durch directe Gewalt erzeugt sind, stets fehlt. Ihr Vorhandensein deutet auf von den Bruchlinien ausgehende Fissuren des geraden oder spiraligen Schenkels hin.

6. Im Verlauf der schmerzhaften Druckpunkte der Diaphyse sind in vielen Fällen Blutextravasate nachzuweisen.

7. Hat der Spiralbruch seine Lage nicht allzu fern von irgend einem Gelenk, so zeigt sich letzteres nicht selten angeschwollen und schmerzhaft. Man kann öfters einen Blutaustritt in dasselbe nachweisen.

8. Der Spiralbruch hat seinen Sitz in der Regel an dem schwächsten, dünnsten Theil des Knochens und ist deshalb beim Femur in der Mehrzahl der Fälle im oberen, bei der Tibia und dem Humerus im unteren Drittel gelegen.

Verlauf des Spiralbruches.

Der Verlauf des Spiralbruches wird sich, wie derjenige der übrigen Knochenbrüche in zweierlei Weise gestalten, je nachdem derselbe einfach oder complicirt ist.

1. *Einfache Spiralbrüche.*

Diese Brüche verlaufen in der Mehrzahl der Fälle bei Weitem ungünstiger und langwieriger, als die einfachen Quer- und Schrägbrüche. Wir haben nämlich:

a) Schwierigkeiten in der Reposition, indem die beiden Fragmente durch ihre ausgezogenen Spitzen sowohl die Adaption erschweren, als auch die Retention der Fragmente ungünstig beeinflussen. Wenn es, wie es sehr häufig vorkommt, nicht gelingt, den torquirten abgedrehten Theil des Gliedes wieder in seine normale Stellung zurückzudrehen, so können die beiden spitzigen Enden der Fragmente die benachbarten Weichtheile, Gefässe, Nerven, Muskeln und die Haut verletzen und dadurch zu secundären Erscheinungen mit langwierigem Heilungsverlauf Anlass geben. Gleichzeitig wird sich eine beträchtliche Dislocatio ad longitudinem ausbilden, indem die Fragmente sich aneinander vorbeischieben. Wir erhalten demgemäss eine beträchtliche Verkürzung.

b) Durch die lange, spiralige Bruchlinie wird das Knochenmark in grosser Ausdehnung blossgelegt und die mit der Verletzung des Markes einhergehende Blutung wird eine intime Verschmelzung der beiderseitigen Callusmassen erschweren. Haben wir es gleichzeitig mit schwächlichen Individuen zu thun, so wird sich verhältnissmässig leicht eine grosse entzündliche Reaction im Marke ausbilden, so dass die Gefahr einer Markvereiterung, einer tuberculösen Granulationsbildung mit eventuellem Zustandekommen schwammförmiger Granulationsproducte, cariöser Einschmelzungen u. s. w. gesteigert wird.

c) Durch den sehr schrägen Verlauf der Bruchlinien, sowie durch die torquirende Gewalt, welche den Bruch erzeugte, wird in der Regel bei vollständigen Spiralbrüchen eine ausgebreitete Periostablösung erfolgen und dadurch die Gefahr von Nekrosirung vergrössert. Beides wird wiederum die Verschmelzung der beiderseitigen Fragmente beeinträchtigen.

d) Die Bildung des grossen rautenförmigen Splitters, der unter Umständen vollständig vom Periost entblösst ist und sogar vollständig um seine Längsaxe gewälzt gefunden werden kann, mag zu der

Schwierigkeit der Vereinigung der Fragmente das Seinige beitragen (s. Fall 34, Gurlt).

e) Das Auftreten der Fissuren nach oben und unten befördert eine Fortpflanzung der entzündlich reactiven Processe von den Bruchflächen aus der Diaphyse entlang.

f) Gehen die Fissuren bis in das benachbarte grosse Gelenk hinein, so fällt uns neben der Behandlung des Spiralbruches noch diejenige des schwer afficirten Gelenkes zu.

g) Endlich bedingt die Spiralfractur auch ausgedehnte Zerreissungen der Muskeln und Weichtheile, und bei ihrem sehr schrägen Verlauf kommt leicht eine Interposition der Weichtheile zwischen die Knochensplitter zu Stande.

Die unter a—f angeführten Momente gelten sowohl für die typische Spiralbruchform, als für die Fractur mit spiraligem Charakter, beeinflusst durch die Wachsthumstorsion.

2. *Complicirte Spiralbrüche.*

Die Zahl der complicirten Spiralfracturen wird nach der Natur der spitzigen Fragmentenden einen ungleich höheren Procentsatz unter den Spiralfracturen überhaupt ausmachen, als bei den anderen Bruchformen. Ferner werden alle vorhin für die subcutanen Spiralbrüche geschilderten Schwierigkeiten bei diesen erst recht ins Gewicht fallen. Sind wir auch an der Hand der streng antiseptischen Wundbehandlung in der Lage, die septische Infection von Wunden fern zu halten und eine beginnende Infection zu unterdrücken, so müssen wir doch bedenken, dass wir eine grosse Anzahl von complicirten Spiralbrüchen erst dann in die Behandlung bekommen, wenn sie schon längst mit Zersetzungserregern stark inficirt sind, und dass sich eine inficirte Wunde um so schwieriger desinficiren lässt, je complicirter sie gestaltet ist.

Im Allgemeinen werden wir also mit schwierigeren Fällen von Periost-, Knochen- und Knochenmarkeiterung, propagirender Osteomyelitis, Gefässerkrankungen (Thrombosirungen), Phlegmonen, Lymphangitiden, Erysipelen, Gangrän der Glieder und endlich auch mit fortgeleiteten Gelenkeiterungen und -Jauchungen zu thun haben, als bei den anderen Knochenbrüchen. Ferner kommt es durch Quetschung des Knochenmarkes zu Fettembolien, ausserdem tritt öfters Tetanus, Septicämie, Delirien und überhaupt der Exitus letalis ein, so dass wir also eine sehr grosse Mortalität erhalten. Kommt eine Heilung zu Stande, so wird dieselbe leider in den wenigsten Fällen eine definitive, sondern häufig mit Pseudarthrosen und Gelenkankylosen ver-

bunden sein. Bérenger-Féraud hat z. B. 32 Fälle gesammelt. 18 mal wurde amputirt, 14 mal conservativ behandelt. 26 Patienten starben und 5 haben so jämmerliche Extremitäten bekommen, dass sie besser amputirt worden wären. Der einzige günstige Fall ist der von Demarquay, aber selbst dieser starb 1 Monat nach der Heilung an anderen Zufällen.

Eine Statistik aus den im Vorhergehenden aufgeführten Fällen wird das vorhin Gesagte noch besser illustriren (s. Tab. S. 53—56).

Heilungsdauer.

Wie schon gesagt, ist die Heilungsdauer immer eine sehr langwierige. Gosselin sagt, bei der Tibia dürfe man meist 2—2½ Monate erwarten, in einem Fall von Mouchet 1864 dauerte es sogar 7½ Monate bis zur Heilung.

Diagnose des Spiralbruches.

Die Diagnose ist in denjenigen Fällen, wo eine äussere Wunde besteht, ausserordentlich leicht; denn man wird an dem vorstehenden oder leicht freizulegenden Fragment die Windungsrichtung der Spirale ohne Weiteres erkennen.

Bei subcutanen Spiralbrüchen ist die Betastung ein wichtiges Hülfsmittel zur Feststellung der Diagnose. Leider wird ein grosses Blutextravasat die Betastung in vielen Fällen erschweren.

Abnorm hohe Beweglichkeit der Fragmente, bedeutende Verkürzung, Vorstehen der einen oder beider spitzigen Kanten der Fragmente unter die Haut lassen die Diagnose auf einen sehr schrägen oder spiraligen Bruch stellen. Endlich ist uns die Anamnese des jeweiligen Falles ein wichtiges diagnostisches Hülfsmittel.

Die Betastung der beiden Fragmente entfernt von der Bruchstelle mag durch die intensive Schmerzhaftigkeit, welche sie hervorruft, zur Wahrscheinlichkeitsdiagnose des Spiralbruches oder der Spiralfissur berechtigen. Immerhin ist diese Schmerzhaftigkeit zur Beurtheilung um so wichtiger, wenn wir keine directe Gewalt, sondern nur eine indirecte als Entstehungsursache derselben nachweisen können.

Ebenso können Gelenkschmerzen und Gelenkschwellungen, sofern das betreffende Gelenk bei der Entstehung der Fractur nicht selbst direct getroffen worden ist, Verdacht auf eine Spiralfractur erregen.

Nummer	Beobachter	Patient		Sitz und Art der Spiralfractur	Entstehung	Behandlung und Verlauf	Ausgang
		Geschl.	Alter				
1	*Malgaigne*	?	?	Rechtsspiral. Fract. im mittl. Drittel des l. Schlüsselbeins.	Fall aus d. zweiten Stocke ein Hauses auf die Schulter.	?	?
2	*Debeaumarchef*	M.	43	Linksspiralige Fractur im unt. Drittel des r. Humerus.	„Händchenspielen“.	?	Heilung.
3	*Campaignac*	M.	12	Rechtsspiralige Fissur durch den ganzen Humerus.	Maschinengewalt.	Exarticulation im Schultergelenk.	?
4	*Froriep*	M.	15	Rechtsspiralig. Längsbruch d. linken Humerus.	Verschüttung d. eine Mauer gelegentlich eines Brandes.	—	Tod.
5	*Bauchet*	M.	25	Linksspiralige Fractur des r. Humerus im unteren Drittel.	Drehung d. Rumpfes von links nach rechts, während sich Pat. mit dem r. Arm an einem Seile schwebend hält.	Erysipelas, Eiterung, am 14. Tage hohe Amputation.	Tod.
6	*Wilms*	M.	25	Linksspiraliger Bruch des r. Humerus im oberen Drittel.	Ueberfahrenwerden.	?	?
7	*Bonn*	M.	?	Rechtsspiraliger Bruch d. r. Femur.	Ueberfahrenwerden.	?	Heilung.
8	*Cloquet*	M.	?		Fall von d. Dache ein. Hauses.	?	Tod.
9	*Cruveilhier*	W.	85	Rechtsspiral. Fract. d. Femur.	?	?	Tod.
10	*Debrou*	M.	62	Linksspir. Fract. d. r. Femur.	Fall auf die Hüfte.	?	?
11	*Marcé*	M.	18	Spiraliger Bruch d. (?) Femur im oberen Drittel.	Fall am Louvre in Paris 25′ tief.	?	Tod.
12	*Mussey*	M.	42	Linksspiralige Fractur des r. Schenkelhalses.	Fall.	?	Tod.
13	*Larrey*	M.	30	Rechtsspiralige compl. Fractur des l. Femur im unt. Drittel.	Auflegen des l. Fusses auf das r. Knie.	Langwieriger Verlauf.	Heilung.

Nummer	Beobachter	Patient		Sitz und Art der Spiralfractur	Entstehung	Behandlung und Verlauf	Ausgang
		Geschl.	Alter				
14	*Lizé*	M.	34	Spiraliger Bruch des r. Femur im unt. Drittel.	Fall 2 Meter tief.	Resection des oberen Fragmentes, Eiterung, Amputation.	Tod.
15	*Decroizilles*	W.	15	Spiralfractur im ob. Drittel d. linken Femur.	Schussverletzung.	Amputation verweigert, Erysipel, Pyämie.	Tod.
16	*Koch*	M.	?	Rechtsspir. Fract. d. l. Femur.	Schussverletzung.	Nekrose der Fragmentenden.	Tod.
17	*Koch*	M.	?	Linksspiralige Fractur des r. Femur.	Schussverletzung mit Rechtsschwenkung des Rumpfes.	Thrombose der Ven. fem.	Tod.
18	*Koch*	M.	?	Rechtsspir. Fract. d. r. Femur.	Schussverletzung.	Sepsis.	Tod.
19	*Koch*	M.	?	Spiralbruch des r. Femur im oberen Drittel.	Streifschuss am l. Oberschenkel, Linksschwenkg. d. Rumpfes.	?	Heilung.
20	*Féré*	W.	84	Rechtsspiralige Fract. im unt. Drittel des l. Femur.	Fall auf die l. Hüfte.	Decubitus, hypostat. Pneumonie.	Tod.
21	*Raullet*	M.	50	Rechtsspir. Fract. zw. mittl. u. unt. Drittel des l. Femur.	Auflegen des l. Fusses auf das r. Knie.	Extensionsverband, 3—4 Cm. Verkürzung.	Heilung mit Innenrotation des Unterschenkels und Fusses.
22	*Bruns, P.*	M.	15	Rechtsspir. Fract. d. r. Femur mit Absprengung eines rautenförmigen Stückes.	Drehung des Rumpfes bei Bedrohung dnrch einen fallenden Baumstamm.	Lagerung zw. Schienen und Sandsäcke, Gangrän des Fusses u. Unterschenkels, Amputation, Septicämie, Nachblutung aus d. A. poplitea.	Tod.
23	*Bruns, P.*	M.	17	Rechtsspir. Fract. des r. Femur compl. mit noch mehr. anderen Fracturen.	Hineingerathen in die Speichen eines Bauernwagens.	Reposition, Flanellbindeneinwickl., Lagerung zwischen Schienen und Sandsäcke; Delirien, Brandblasen, Decubitus der Unterschenkel, Septicämie.	Tod.

24	*Bruns, P.*	M.	32	Rechtsspiralige, subcut. Fract. des r. Femur m. rautenförmigem Fragment. Gleichzeit. complete Fractur der l. Tibia mit Kniegelenkseröffnung.	Sturz in einen Schacht.	Gewichtsextension mit Suspension. Linkerseits Sublimatverband, Septicämie.	Tod.
25	*Campaignac*	W.	38	Linksspir. Fissur der l. Tibia.	Sturz aus d. 2. Stockwerke.	—	Sofortiger Tod.
26	*Erichsen*	M.	38	Compl. Spiralfract. der Tibia.	Fall 4′ tief.	Liston's Schiene, Eiterung, Splitter entfernt, Planum inclinatum, Amputat. am 15. Tage.	Heilung.
27	*Bourcy*	M.	39	Compl. Spiralfract. im unteren Drittel der l. Tibia mit noch and. schweren Verletzungen.	Ueberfahrenwerden.	—	Tod.
28	*Bourcy*	M.	56	Spiralfissur im unt. Drittel d. rechten Tibia bis ins Fussgelenk. Gleichz. V-Fract. d. r. Tibia mit Längsfiss. nach oben u. Schrägbruch der Fibula.	Ausgleiten auf dem Schnee.	Blasen auf der Haut, Erysipelas, Pyämie.	Tod.
29	*Larrey*	M.	?	Einfacher Spiralbruch d. Tibia im unteren Drittel.	Fall auf die Füsse, so dass das Körpergewicht nur auf 1 Fuss zu ruhen kam.	Verband mit Freilassung der Bruchstelle, Irrigation continuel, Perfor. des ob. Fragmentes durch d. Haut, Wund- u. Gypsverband.	Heilung.
30	*Demarquay*	M.	29	Compl. Spiralfract. d. r. Tibia.	Fall auf den Boden.	Delirium, Phlegmone, Amput.	Tod.
31	*Gosselin*	M.	47	Compl. Spiralfractur im mittl. Drittel der Tibia. Fract. dentelée des Femur derselben Seite.	Verletzung durch einen Einsturz.	Amputation d. Oberschenkels.	?
32	*Fauchet*	M.	26	Rechtsspiralbruch beid. Unterschenkelknochen im unt. Drittel.	Hängenbleiben zwischen den Schienen der Eisenbahn.	Dextrinverband, Gangrän des Fusses, Fieber, Amputation.	Heilung.
33	*Bérenger-Féraud*	?	?	V-Fractur beid. Knochen des r. Unterschenkels im ob. Drittel m. Vorragen d. ob. Fragmentes.	?	Reposition u. Gypsverband.	Heilung.
34	*Bérenger-Féraud*	?	?	V-Fractur im unt. Viertel d. r. Unterschenkels, einfach. Fractur.	?	Reduction und Retention mit dem Malgaigne'schen Stachel.	Heilung.
35	*Bérenger-Féraud*	M.	39	V-Fractur in der Mitte des l. Unterschenkels mit seitl. Verschiebung der Fragmente.	?	Reposition.	Heilung.

Nummer	Beobachter	Patient		Sitz und Art der Spiralfractur	Entstehung	Behandlung und Verlauf	Ausgang
		Geschl.	Alter				
36	*Bérenger-Féraud*	M.	55	V-Fractur des r. Unterschenkels im unt. Drittel.	?	?	Heilung.
37	*Bérenger-Féraud*	M.	63	V-Fract. d. r. Unterschenkels.	?	?	Heilung.
38	*Piédallu*	M.	34	V-Fractur der l. Tibia.	Fall bei fixirtem l. Fuss.	?	Heilung.
39	*Piédallu*	M.	60	V-Fractur beid. Knochen des Unterschenkels. Compl. Bruch.	Sturz 2 Stockwerke tief.	Extraction von Knochensplittern, Resection d. ob. Fragment.	Heilung m. Verkürzung und Ankylose im Fussgelenk.
40	*Piédallu*	M.	58	Compl. V-Fractur d. r. Unterschenkels. Interposition v. Muskeln (rechtsgewund. Spiralfract.).	Fall.	Amputation.	?
41	*Hodges*	W.	37	Rechtsspiralige compl. Fract. zwischen mittlerem u. unterem Drittel der l. Tibia mit Spiralfissur ins Tibio-Fibulargelenk.	?	Amputation in der Mitte des l. Unterschenkels.	?
42	*Hodges*	M.	44	Compl. Spiralfractur beider Knochen des r. Unterschenkels.	Hufschlag.	Primäre Amputation.	Tod.
43	*Hodges*	M.	?	Compl. linksspiralige Fractur in der oberen Hälfte der r. Tibia.	Sturz aus dem Fenster.	Primäre Amputation.	Tod.
44	*Bruns, P.*	M.	47	Spiralförm. Fiss. im ob. Drittel d. r. Tibia. Schrägbr. d. r. Fem.	Verschüttung in einer Steingrube.	?	?
45	*Bruns, P.*	M.	34	Subcut. Rechtsspiralbruch d. unt. Endes der l. Tibia m. spiralförm. Fissur ins Fussgelenk. Fibula ebenfalls gebrochen.	Sturz vom Pferde, welches ebenfalls fiel und dem Reiter auf den l. Unterschenkel zu liegen kam.	Schienenverband, Verfärbung und Gefühllosigkeit des Unterschenkels, Brandblasen, Amputation.	Heilung.
46	*Cooper, A.*	M.	?	Spiralbruch der Fibula.	Hängenbleiben d. Fusses zwischen 2 Eisstücken.	?	Heilung.
47	*Maisonneuve*	W.	35	Linksspiralbruch d. r. Fibula mit einer Schädelwunde.	Fehltritt beim Hinuntersteigen auf der Treppe.	?	Tod.

Prognose.

Die Prognose gestaltet sich nach Allem, was im Vorhergehenden gesagt wurde, viel ungünstiger, als bei den Längs- und Querbrüchen. Namentlich verweisen wir auf die Symptome und den Verlauf. Koch sah schon nach 24 Stunden Septicämie, P. Bruns bei subcutanen Spiralbrüchen Gangrän des Gliedes ebenfalls mit Septicämie und Pyämie eintreten. Die Gangrän beobachtete er in 2 Fällen, ebenso die Septicämie. Die Fälle von Gosselin starben meist in wenigen Tagen, 1 Kranker sogar schon 39 Stunden, nachdem er 15 Stunden intensiven Icterus gehabt hat, der wohl die Folge der Fettembolie der Leber gewesen ist. Andere Fälle gingen nach wenigen Tagen an Frösten, Fieber und Delirien zu Grunde. Wieder andere Fälle wurden 8—14 Tage nach der Verletzung von Pyämie befallen.

Im Allgemeinen wird man nach diesen Erfahrungen die Spiralfracturen, namentlich die complicirten, in prognostischer Beziehung mit den Schussfracturen auf eine Linie stellen. Dazu kommt noch, dass die Spiralbrüche vorwiegend im höheren Alter auftreten, wo die Heilung einer Fractur an und für sich schwerer von Statten geht.

Therapie.

Bérenger-Féraud 1864 und Berchon 1865 haben an der Hand des von ihnen gesammelten Materiales die Ansicht ausgesprochen, man solle die complicirten Spiralbrüche sofort amputiren; denn die conservative Behandlung habe von 32 Fällen 31 unglückliche aufzuweisen. Schon vorher hatte Gosselin dieselbe Ansicht ausgesprochen. Man muss nun bedenken, dass vor 22 Jahren die antiseptische Wundbehandlung bei Weitem nicht auf der Höhe stand, wie heute. In gegenwärtiger Zeit wird man die complicirten Spiralbrüche conservativ behandeln, wie die übrigen complicirten Fracturen. Freilich wird man bei der Entdeckung von weitgehenden Fissuren in den Fragmenten oder gar bei Betheiligung benachbarter Gelenke eine viel ausgedehntere Blosslegung der Bruchflächen und der verletzten Gewebe vorzunehmen haben, wie in gewöhnlichen Fällen von complicirten Brüchen. Wenn man von den letzteren mit Recht behauptet, dass das günstige Heilresultat wesentlich der möglichst früh eingeleiteten Antisepsis zu verdanken sei, so gilt dieser Satz erst recht von den complicirten Spiralbrüchen. Wie die Antisepsis in jedem einzelnen Falle einzuleiten sei, welche antiseptischen Mittel und Verbandstoffe man anzuwenden habe, muss dem geübten Anti-

septiker überlassen bleiben. In vielen Fällen wird man durch die ganze oder theilweise Resection der spitzigen Spiralfragmentenden und durch Entfernung des rautenförmigen Splitters einfachere Wundverhältnisse herstellen können und die Gefahren nachträglicher Gefäss- und Nervenverletzung vermeiden. In anderen Fällen wird es gewiss berechtigt sein, die Neigung zur Dislocation der Fragmente dadurch zu beseitigen, dass man die Knochennaht macht. Die permanente Extension ist ein wichtiges Hülfsmittel, die Dislocatio ad longitudinem und die Gefahr allzu grosser Verkürzung zu vermindern. Die Dislocatio ad latitudinem wird man besonders bei Tibiafractur durch den Malgaigne'schen Stachel verhüten können u. s. w.

Die subcutanen Spiralfracturen werden wie die gewöhnlichen, einfachen Brüche mittelst Contentivverbänden zu heilen sein. Man wird jedoch hier sein Augenmerk in der ersten Zeit nach der Verletzung besonders den allgemeinen Erscheinungen, namentlich etwaigem Fieber zuzuwenden haben, um bei unerwarteter subcutaner Eiterung, Gelenkentzündung u. dgl. nicht den günstigen Zeitpunkt zum energischen Eingreifen zu verfehlen.

Wie sich aus dem reichhaltigen, casuistischen Material über spiralförmige Brüche ergiebt, welches sogar bis in das vorige Jahrhundert zurückreicht, wie sich ferner durch das Experiment mit vollster Ueberzeugung nachweisen lässt, haben wir es in der Spiralfractur mit einer typischen Bruchform zu thun. Trotzdem ist der Mechanismus und das eigentlich Typische dieser Bruchform bis in die letzten Jahre hinein unbeachtet gelieben. Hieraus erklärt es sich, dass die meisten Chirurgen und Anatomen den Spiralbruch unter den Fracturen kaum erwähnen, und dass z. B. der berühmte amerikanische Chirurg Hamilton auf S. 4 seines Werkes vom Jahre 1877 nicht nur die Bezeichnung „en bec de flûte", „en rave" u. A., sondern auch die Bezeichnung „Fracture spiroïde" schlechthin als eine phantasiereiche erklärt, deren Nützlichkeit schwer ersichtlich sei. Achtet man jedoch genau auf die anatomischen Charaktere, die Symptome und den Verlauf des Spiralbruches, namentlich auf die schweren Gelenkerkrankungen bei Spiralfissuren, ferner auf die üble Statistik unserer Bruchform sowohl in Bezug auf Mortalität als auf Verkürzung der Glieder, so wird man einsehen, dass man es beim Spiralbruch mit einer reellen Sache zu thun hat.

Wir müssen es in erster Linie französischen, in zweiter deutschen Chirurgen verdienstvoll anrechnen, dass sie in der letzten Zeit die Lehre von den Spiralbrüchen so eifrig gefördert haben, und wir

vertrauen fest, dass sämmtliche Chirurgen in ähnlicher Weise, wie P. Bruns dies bereits gethan, den Spiralbruch als typische Bruchform ebenbürtig neben die anderen Fracturarten hinstellen werden.

Möge es mir zum Schluss gestattet sein, Herrn Prof. E. Fischer, welcher mir die Anregung zu vorliegender Arbeit gab, für sein freundliches Entgegenkommen und die grosse Unterstützung, welche er mir angedeihen liess, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichniss.

1) Bauchet, Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1858—1859. p. 219. Compte rendu des travaux de la Soc. anatom. pour l'année 1855. Gazette des hôpitaux 1858. p. 596.

2) Berchon, Gazette des hôpitaux 1865. p. 91.

3) Bérenger-Féraud, Des fractures en V au point de vue de leur gravité et de leur traitement. Thèse, Paris 1864. p. 33 sqq.

4) Biermann, Dr. phil., Arch. für klin. Chirurgie v. Langenbeck. 1873. Bd. XV. S. 70 ff.

5) Bonn, Andr., Thesaurus ossium morbosorum. Amstelaedami 1783. Taf. X, Taf. VIII, Fig. 3.

6) Bornhaupt, Ueber den Mechanismus der Schussfracturen der grossen Röhrenknochen mit Demonstrationen. Chirurg.-Congress-Verhdl. 1880. S. 22 ff.

7) Bouisson, E. F., Des fractures longitudinales du corps des os longs (Union méd. 1850. Sept. No. 113—116. p. 457, 469). Tribut à la chirurgie ou Mémoires sur divers sujets de cette science. Paris 1858. 4° av. 11 Pl. T. I. Pl. 1. u. 2.

8) Bourcy, P. E., Recherches clin. et expériment. sur les fractures de la jambe. Thèse, Paris 1864.

9) Bruns, P., Allgemeine Lehre von den Knochenbrüchen (Deutsche Chirurgie. Lief. 27. I. u. II. Hälfte. 1882 u. 1886). Mittheil. aus der chirurg. Klinik zu Tübingen. 1884. 2. Heft. S. 229 ff., Taf. III.

10) Caffort, Arch. génér. de médecine. Paris, 5. année. Taf. XV. p. 130.

11) Campaignac, Journal hebdomadaire de médecine. 1829. Taf. IV. No. 43. p. 114 sqq.

12) Derselbe, Fracture en coin du tibia (Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris. 1857—1858. T. VIII. p. 333).

13) Cloquet, Thèse de concours 1831. Pathologie chirurgicale, plan et méthode, qu'il faut suivre dans l'enseignement de cette science. 1836.

14) Cruveilhier, Anatomie pathologique 1835—1842. Livr. 27. Planch. I, fig. 2 u. 3.

15) Debeaumarchef, Journal général de médecine. Paris, 9. année. T. XXII, an XIII (1805).

16) Debrou, Arch. général de médecine. 1843. T. III. 4. série. p. 400.

17) Decroizilles, Gazette hebdomadaire 1859. p. 564—567. Bulletin de la Soc. anatom. de Paris. 1859. p. 136.

18) Deguise, Fracture en V du tibia (Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1857—1858. p. 231, 285).

19) Demarquay, Double fracture en V du tibia droit, produite par une violence extérieure. (Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1857. T. VII. p. 320.)

20) Demme, H., Allgem. Chirurgie der Schusswunden. Würzburg 1863—1864. 8°. 2 Theile. S. 359.

21) Dictionnaire de médecine. T. XIII. 2. édition. Paris 1836. p. 405.

22) Erichsen, Longitudinal comminuted and compound fracture of the tibia — secundary amputation.

23) Fauchet, Fracture spiroïde du tibia (Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1858—1859. p. 231.)

24) Féré, Fracture par torsion de la partie inférieure du corps du fémur (Progrès méd. 1881. Janv. 29. p. 76).

25) Fischer, E., Das Drehungsgesetz bei dem Wachsthum der Organismen. Strassburg 1886.

26) Froriep, Chirurg. Kupfertafeln. 1846. Taf. 239, Fig. 5 u. 6; Taf. 478, Figur 9.

27) Gerdy, J. N., Chirurgie pratique, Maladies des organes du mouvement. Paris. 3. monographie 1852—1855. p. 348.

28) Gosselin, Fractures de l'extrémité inférieure du fémur (Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1855. 21. nov. p. 305). Sur les fractures en V du tibia (Gazette des hôpitaux. 1855. p. 218, 365). Leçons sur les fractures en V et leur complications (recueillies et publiées par E. Nicaise, interne du service) (Gazette des hôpitaux. 1868. p. 37). Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1858—1859. T. IX. p. 149.

29) Gurlt, Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen. Berlin 1862. Bd. I. S. 49, Fig. 22; S. 50, Fig. 23; S. 53, Fig. 26; S. 54, Fig. 27 u. 28; S. 300, Fig. 109.

30) Hamilton, A practical treatise on fractures and dislocations. Philadelphia 1884. p. 314, fig. 89.

31) Hodges, Fissures occuring in long bones with remarks of V shaped fractures of the tibia (Boston med. and surg. Journal. 1877. T. 96. No. 2).

32) Hönigschmied, Experimente über die Zerreissungen der Bänder im Sprunggelenk (Deutsche Chirurgie. 1877. Bd. VIII. S. 254 u. 256).

33) Houel, Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1858—1859. T. IX. p. 203 sqq.

34) Koch, W., Notizen über Schussverletzungen (Arch. für klin. Chirurgie v. Langenbeck. 1872. Bd. XIII. S. 479 mit Taf. 11). Ueber Torsionsfracturen, Vortr. in d. Berl. med. Gesellsch. (Berl. klin. Wochenschr. 1874. Jan. S. 140 ff. u. S. 157 ff.). Einiges über sog. keilförmige und spiralige Fracturen (Arch. für klin. Chirurgie 1873. Bd. XV).

35) Larrey, Fractures en coin de la jambe droite (Gazette des hôpitaux. Paris 1855. p. 596). Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1857—1858. T. VIII. p. 207.

36) Léger, Fractures spiroïdes du fémur (Bulletin de la Soc. anatom. de Paris 1875. T. X. p. 95).

37) Maisonneuve, J. G., Recherches sur la fracture du péroné (Arch. génér. de médecine. 3. série. T. VII. Paris 1840. p. 165—187 u. p. 433—463).

38) Derselbe, Traité des fractures et des luxations. 2. vol. avec un Atlas. Paris 1847. 1855. T. I. p. 27, 47, 67, 532, 533. Tab. I, fig. 8. Tab. III, IV, V. Tab. X, fig. 9. Tab. XV, fig. 5. Tab. XVI, fig. 4.

39) Marcé, Bulletin de la Soc. anatom. de Paris 1854. 8°. p. 297.

40) Marjolin, Bulletin de la Soc. de chirurgie de Paris 1855.

41) Messerer, O., Ueber Elasticität und Festigkeit der menschl. Knochen. Mit 11 lithogr. Tafeln u. 1 Holzschnitt. Stuttgart 1880. 4°. S. 72—86. Taf. IV, Fig. 1 u. Taf. XV, Fig. 9.

42) Mouchet, Cas de fracture en V traité autrement que par l'amputation (Revue méd. 30. avril 1864).

43) Mussey, Fractures of the Neck of theigh bone (American Journ. of medical Soc. 1857, April. p. 306).

44) Petit, J. L., Traité des maladies des os. 1741. T. I. 12. chap. u. T. II. p. 4.

45) Piédallu, P., Fractures en V du tibia, Complications. Traitement. Thèse, Paris 1870.

46) Rauber, A. A., Elasticität und Festigkeit der Knochen. Mit 2 Lichtdrucktafeln. Leipzig 1876. 4°.

47) Raullet, Des fractures hélicoïdales par torsion de la diaphyse du fémur. Thèse, Paris 1880. No. 442.

48) Reichel, G. Ch., De ossium cylindric. fissura. Dissertatio. Lipsiae 1764.

49) Trélat, Bulletin de la Soc. anatom. de Paris 1855. p. 456.

50) Trusen, Gräfe u. Walther's Journal der Chirurgie und Augenheilkunde. 1831. Bd. XVII. S. 109 u. ff.